COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CHASLES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note de* M. DELAUNAY *sur le degré d'importance des erreurs qu'il a signalées dans le tome II des* Annales de l'Observatoire.

« Plusieurs de mes honorables confrères m'ont témoigné le désir d'être renseignés sur le degré d'importance que peuvent avoir les erreurs que j'ai signalées lundi dernier dans le tome II des *Annales de l'Observatoire*. Il m'a semblé que ce que j'avais de mieux à faire pour répondre à leur désir, c'était de venir m'expliquer complétement devant l'Académie sur la véritable portée des corrections que j'ai fait connaître.

» Les plus fortes erreurs indiquées dans les deux tableaux de la page 701 du *Compte rendu* s'élèvent d'une part jusqu'à 609 unités, d'une autre part jusqu'à 329 unités; elles portent, la première sur le nombre de sept chiffres 3925886, la seconde sur le nombre de six chiffres 819433. Si l'on divise chacune de ces deux erreurs par le nombre qui en est affecté, on trouve les fractions $\frac{1}{6446}$, $\frac{1}{2491}$, ou approximativement en décimales 0,00015, 0,0004, fractions que l'on désigne sous le nom d'*erreurs relatives*. Ces erreurs relatives, me dit-on, sont extrêmement petites; donc les erreurs que vous avez trouvées n'ont pas la moindre importance! Le raisonnement est spécieux; mais,

réduit à ces seuls termes, il manque de toute espèce de fondement. Peut-on dire à priori qu'une erreur commise sur un nombre est négligeable, qu'elle est sans aucune importance, par cela seul qu'elle n'est, par exemple, que la dix-millième partie du nombre sur lequel elle porte? Quel est celui d'entre nous qui, ayant à répondre à cette question, ne dirait pas aussitôt : Cela dépend des cas? Oui, en effet, cela dépend du degré d'approximation avec lequel le nombre entaché d'erreur doit être obtenu : ce n'est qu'en comparant l'erreur relative avec le degré d'approximation dont on a besoin, qu'on peut juger si l'erreur dont il s'agit est ou n'est pas négligeable, et, dans ce dernier cas, si elle a plus ou moins d'importance.

» Cela est vrai, me dira-t-on ; mais en tenant compte de ce degré d'approximation dont on a besoin, on trouve encore que les erreurs signalées sont trop petites pour qu'on y attache la plus légère importance : car la plupart des nombres que l'on connaît en astronomie sont entachés d'erreurs relatives plus grandes, et il n'y a aucun intérêt à calculer les nombres qui se déduisent de la théorie avec un degré d'approximation que les observations ne peuvent pas atteindre. D'abord je n'admets pas que les calculs théoriques doivent s'arrêter à un degré d'approximation identique avec celui que comportent les observations; mais passons sur ce point. En faisant le raisonnement que je viens d'indiquer, on établit une étrange confusion entre les résultats numériques que l'on se propose d'obtenir dans les recherches d'astronomie théorique, et les nombres auxiliaires dont on se sert pour effectuer la détermination de ces résultats numériques. Qui ne sait que, pour que le résultat définitif d'un long calcul soit connu par exemple à 1 centième près de sa valeur, on a besoin de connaître les nombres qui par leurs combinaisons conduisent à ce résultat, avec une approximation de 1 millième, de 1 dix-millième de leurs valeurs respectives, et souvent plus? Sans sortir de notre sujet, nous pouvons en trouver un exemple frappant. Nous n'avons qu'à nous reporter à la formule de vérification que j'ai donnée dans ma Note de lundi dernier (p. 699). En calculant le second membre de cette formule avec les valeurs numériques attribuées par M. Le Verrier aux diverses quantités qui y entrent, j'ai trouvé 129,503; voyons comment ce résultat est altéré par suite des erreurs qui existent dans les trois quantités

$$\alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(11)}}{d\alpha^2}, \quad \alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(12)}}{d\alpha^2}, \quad \alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(13)}}{d\alpha^2},$$

erreurs qui sont respectivement

$$\frac{1}{19084}, \quad \frac{1}{8652}, \quad \frac{1}{6446},$$

des nombres auxquels elles correspondent. Si, au lieu des valeurs erronées de ces trois quantités, je mets leurs valeurs véritables, je trouve 128,069 (1) pour le second membre de notre formule. Ce nouveau résultat diffère du précédent de 1434 unités du dernier ordre, c'est-à-dire de $\frac{1}{89}$ de sa valeur; ainsi les trois erreurs relatives

$$\frac{1}{19084}, \quad \frac{1}{8652}, \quad \frac{1}{6446},$$

commises sur les quantités qui influent le plus sur la valeur du second membre de la formule, produisent sur cette valeur une erreur relative qui s'élève à $\frac{1}{89}$! Et qu'on ne vienne pas m'objecter que je prends pour exemple une formule qui présente des circonstances tout exceptionnelles, d'où résulte que de faibles erreurs commises sur chacun des termes qui la composent en produisent en définitive une considérable sur sa valeur finale. Ces circonstances se présentent très-souvent dans les calculs du genre de ceux dont nous nous occupons; et je puis même dire qu'elles se présentent *exactement dans les mêmes conditions*, dans les expressions analytiques que j'ai obtenues pour les inégalités lunaires à longues périodes dues à l'action de Vénus.

» Il n'en faudrait pas davantage pour établir que les erreurs relativement faibles que j'ai signalées dans les nombres de M. Le Verrier pouvaient altérer très-notablement les valeurs numériques des inégalités que je cherchais, par leur influence *directe* sur ces valeurs. Mais je puis aller plus loin encore, en montrant qu'elles pouvaient *indirectement* me conduire à des erreurs bien plus graves. J'ai dit que je n'ai trouvé dans les *Annales de l'Observatoire* qu'une partie des valeurs des quantités $b_s^{(i)}$ et de leurs dérivées qui m'étaient nécessaires. L'idée qui s'est présentée naturellement à moi a été

(1) La petite différence qui existe encore avec la valeur 128,109 du premier membre tient aux erreurs des autres quantités qui entrent dans ce second membre, erreurs que j'ai laissées subsister ici pour mettre complétement en évidence l'influence des erreurs commises sur les trois quantités principales.

de partir de ces nombres, que je trouvais tout calculés, pour en déduire tous les autres dont j'avais encore besoin. Je suppose que, pour faciliter ce travail et arriver le plus promptement possible à mon résultat, j'aie emprunté aux *Annales de l'Observatoire* les formules mêmes dont s'est servi M. Le Verrier pour calculer les nombres qu'il a publiés, et que je les aie employées à déduire de ces nombres publiés par lui tous ceux qui me manquaient encore. Qui ne voit que, en suivant cette voie si naturelle, je n'aurais fait que continuer les séries d'erreurs systématiques et croissantes indiquées dans les deux tableaux de la page 701, et que, au lieu de nombres faux à partir du quatrième chiffre, je serais bientôt arrivé à des erreurs portant sur le troisième et même sur le second chiffre? Quelles conséquences aurais-je ensuite obtenues, en introduisant ces nouveaux nombres, beaucoup plus inexacts que les précédents, dans des formules présentant des combinaisons analogues à celles de la formule considérée ci-dessus? Tous ces détails montrent bien quelle est l'importance des erreurs que j'ai signalées. On voit clairement par là que si, ne m'étant pas aperçu de l'inexactitude des nombres de M. Le Verrier, je les avais adoptés comme base de la réduction de mes formules en nombres, il aurait pu en résulter une altération considérable des valeurs des inégalités que je cherchais.

» Mais il y a une autre considération qui domine toutes celles que je viens de développer; c'est par elle que je terminerai cette discussion. Lorsque l'auteur d'un travail mathématique donne successivement les valeurs des divers nombres auxiliaires dont il a eu besoin pour calculer le résultat définitif qu'il cherchait, il lui arrive souvent de donner ces nombres auxiliaires avec plus de chiffres que cela n'est nécessaire en raison du degré d'approximation qu'il se proposait d'obtenir; dans ce cas, on aurait tort d'attacher trop d'importance aux erreurs dont les derniers chiffres de ces nombres pourraient être affectés, si ces erreurs n'avaient pas d'influence sensible sur le résultat du travail. Mais lorsque les nombres auxiliaires dont l'emploi se rencontre dans diverses recherches de même nature sont l'objet d'une publication spéciale; lorsqu'on imprime des Tables de ces nombres auxiliaires, afin que tout le monde puisse s'en servir au besoin, comme on se sert des logarithmes, il n'en est plus de même. Il faut que l'on puisse compter sur l'exactitude de tous les chiffres, à moins que l'auteur de ces Tables n'ait prévenu du contraire. Or c'est précisément ce qui est arrivé pour les valeurs numériques des quantités $b_s^{(i)}$ et de leurs dérivées. Lorsque M. Le Verrier en a refait complétement le calcul en 1840, il a publié ses résultats sous le

titre de *Nouvelles Tables des quantités* $b_s^{(i)}$ *et de leurs dérivées* (1). Plus tard, s'étant occupé de reproduire dans les *Annales de l'Observatoire* tous ses travaux antérieurs sur la Mécanique céleste, il y a reproduit entre autres ces Tables des quantités $b_s^{(i)}$, en leur donnant plus d'extension. Ainsi c'est bien dans des Tables publiées pour l'usage de tous ceux qui s'occupent du calcul des inégalités des corps célestes que j'ai trouvé des erreurs s'élevant à plusieurs centaines d'unités. On peut caractériser ces erreurs d'une manière très-nette en disant qu'elles ont le même degré d'importance, ni plus ni moins, que celles d'une Table de logarithmes à six décimales dans laquelle certains logarithmes n'auraient que leurs trois premières décimales exactes.

» Ce n'est pas pour la triste satisfaction de relever des fautes que je reviens pour la seconde fois sur ce sujet. Mais en montrant à l'Académie la gravité des inexactitudes que j'ai signalées, je prouve en même temps qu'il ne m'était pas possible de les passer sous silence. Dans cette circonstance, que je n'ai pas recherchée, je n'ai fait qu'obéir à un devoir auquel M. Le Verrier a obéi sans hésiter, lorsque, il y a vingt ans, il signalait à l'Académie, à propos des mêmes nombres, les erreurs qui avaient échappé au vénérable astronome que Laplace avait choisi pour collaborateur. Il annonçait alors que la méthode qu'il avait suivie *ne laissait aucune prise à l'erreur* (2); et comme cette assertion devait augmenter la confiance dans les résultats auxquels il était parvenu, j'y ai vu un motif de plus pour faire taire mes scrupules.

» L'Académie doit comprendre maintenant avec quelle impatience j'attends les explications que nous promet la Note insérée par M. Le Verrier dans le *Compte rendu* de la dernière séance. Il me tarde de voir de quelle manière il montrera *combien mon objection est futile*, et surtout *comment elle est un hommage inespéré rendu à la parfaite précision des Tables de l'Observatoire de Paris!* »

Après avoir lu cette Note, M. Delaunay ajoute :

« Les arguments que je viens de réfuter dans la Note précédente sont ceux dont M. Le Verrier s'est servi et qu'il a longuement développés dans la

---

(1) Ces Tables forment les nos 2 et 3 d'une publication spéciale intitulée : *Développements sur plusieurs points de la Théorie des perturbations des planètes*, par U.-J. Le Verrier. Paris, 1841.

(2) *Comptes rendus*, t. X, p. 753.

dernière séance, pour chercher à faire croire que les erreurs signalées par moi dans les *Annales de l'Observatoire* sont insignifiantes. Lorsqu'il eut terminé tout ce qu'il avait à en dire, je lui demandai de vouloir bien insérer ses observations dans le *Compte rendu*, afin que je pusse y répondre aujourd'hui. Puis, quelques mots qu'il a prononcés m'ayant fait voir qu'il n'était guère disposé à accéder à ma demande, *je déclarai que s'il n'imprimait pas les critiques qu'il venait de développer devant l'Académie au sujet de ma communication, je le considérerais comme acceptant pleinement le contenu du Mémoire que j'avais lu.* Je constate que, malgré cette déclaration, M. Le Verrier n'a inséré dans le *Compte rendu* rien de ce qu'il avait dit ici. Et, à la place des considérations qu'il a longuement développées devant l'Académie, qu'a-t-il mis dans le *Compte rendu?* Une Note dans laquelle il annonce pour la seconde fois à l'Académie, ce qu'il lui avait déjà annoncé à l'occasion de la discussion soulevée par lui au commencement de cette année (1), savoir que ses Tables du Soleil sont adoptées en Angleterre pour les calculs du *Nautical Almanac.* Chacun de nous sait très-bien que le contenu de cette Note, intéressante du reste, n'a été communiqué à l'Académie que longtemps après la fin de notre discussion, et en comité secret, au moment même où la séance allait être levée. »

Réponse de M. Le Verrier *aux critiques dirigées à tort contre* quelques-uns *des* derniers chiffres, *des* derniers coefficients *des* dernières séries *dont dépendent les actions réciproques de Vénus et de la Terre.*

1°. Les changements qu'on propose dans les *derniers chiffres* des *derniers coefficients* tombent, pour chacun des nombres, au-dessous des *millionièmes* de seconde !! C'est-à-dire qu'ils sont *cent mille fois plus petits* que le degré d'exactitude auquel on vise dans les Tables astronomiques.

2°. Les changements proposés, déjà si exigus en eux-mêmes, se détruiraient les uns les autres par la nature des choses, et leur effet total serait nul.

« En prenant la parole, M. Le Verrier exprime avant tout le regret qu'il éprouve d'être contraint de faire perdre à l'Académie un temps précieux, pour entendre la réfutation d'objections sans valeur, et portant toutes sur

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance du 13 février 1860, p. 351.

des points qui n'ont aucune influence, soit dans la théorie, soit dans la pratique.

» L'auteur de ces objections sait mieux que personne quelle est la futilité des prétendus difficultés qu'il soulève. L'Académie vient d'en avoir la preuve la plus évidente, quand elle l'a vu aujourd'hui avouer que ses critiques ne peuvent atteindre l'exactitude de nos Tables des mouvements des planètes. Nous examinerons effectivement dans un instant quelle est la valeur des corrections proposées par l'auteur; nous montrerons combien elles sont au-dessous de tout ce qu'on peut se figurer. Pour le moment, nous nous bornons à prendre acte de ce que l'auteur savait très-bien que les corrections qu'il présentait lundi dernier comme très-importantes, seraient en réalité absolument insensibles, et que néanmoins il n'a pas craint d'occuper l'Académie de choses n'offrant aucune espèce d'intérêt.

» On jugera peut-être qu'après la déclaration qu'on vient d'entendre nous pourrions nous arrêter. A quoi bon s'occuper de changements dont l'effet est absolument négligeable? Mais on s'en prend à des travaux que je dois défendre contre toute attaque injuste. Les changements qu'on réclame porteraient sur la théorie du Soleil, s'ils portaient sur quelque chose. Sur cette théorie sont construites les Tables astronomiques de l'Observatoire impérial de Paris; et, dans la dernière séance, j'ai présenté à l'Académie un volume du *Nautical Almanac* anglais qui est basé sur nos Tables du Soleil et de Mercure. Je dois établir nettement que les modifications réclamées par l'auteur des objections seraient sans influence quelconque sur la dernière décimale de nos Tables.

» Si l'Observatoire impérial de Paris a fait honneur à son pays, en donnant des travaux que des nations étrangères, renommées pour leur science, mais peu habituées à nous flatter, considèrent comme dignes d'être acceptés au nom de la marine et de l'astronomie, nous ne laisserons pas amoindrir cette situation par des mains françaises. Personne ne sera surpris que j'aie cru devoir avertir mon collègue de Londres, me bornant du reste à lui demander s'il s'inquiéterait de réclamations portant sur des quantités qui ne seraient pas *la millionième partie* de l'incertitude des observations! « Mais, m'a répondu le superintendant du *Nautical Almanac*, c'est une matière vraiment triviale dont il n'y a pas lieu » de s'occuper. D'ailleurs, ajoute M. Hind, je suis en mesure de défendre le » choix des Tables dont le *Nautical Almanac* fait emploi, et je n'y manquerai » pas. »

» Deux points sont à examiner dans la question soulevée :

» 1°. Quelle est la grandeur des changements qu'on réclame?

» 2°. Ces changements sont-ils acceptables?

» Nous prouverons, sur le premier point, que les changements réclamés par l'auteur sont absolument négligeables. Nous montrerons ensuite qu'ils ne doivent pas être effectués.

» La plus forte des corrections réclamée par l'auteur, la seule qu'il ait inscrite lundi dernier sur le tableau comme étant la plus considérable, influerait, au maximum, d'une fraction de seconde :

$$0'',000\,000\,07!!!$$

C'est une quantité d'une incroyable petitesse! et tellement infime qu'on ne s'en faisait pas une idée avant de l'avoir écrite.

» Dans les observations, l'erreur est en moyenne de 1″ environ. Jusqu'ici, dans les Tables, on s'était borné aux dixièmes de seconde. Dans les Tables de l'Observatoire nous sommes allés jusqu'aux centièmes. La correction qu'on réclame ne serait donc pas à beaucoup près la *millionième partie* de l'incertitude de l'observation; elle n'est pas la *cent-millième* partie du degré de précision auquel nous avons porté les Tables. »

(Voulant rendre sensible par un exemple frappant la petitesse de la correction demandée, M. Le Verrier examine à quelle grandeur elle équivaudrait relativement à la circonférence entière de la Terre. Il montre qu'elle serait la millième partie de 1 millimètre sur la distance de Paris à Pékin!)

« Pour mettre en lumière ce que nous venons de dire, continue M. Le Verrier, il est nécessaire d'écrire l'expression complète du coefficient dans lequel entre le nombre 81976 que notre collègue a inscrit sur le tableau lundi dernier, en demandant avec instance qu'on en retranche 33 unités. C'est sa plus grosse réclamation.

» On trouve dans le Ier volume des *Annales de l'Observatoire* le développement complet de la fonction perturbatrice, les termes étant rangés généralement suivant l'ordre de leur importance. L'approximation est poussée jusqu'au 7e ordre. Or c'est dans les termes les plus insensibles du 7e ordre, et au 13e rang de la 407e série de coefficients, qu'il faut aller chercher la grosse objection de notre critique. Elle porte sur des termes qui n'entrent pas dans la théorie à cause de leur petitesse, et qui ne sont rapportés qu'afin qu'on puisse juger de leur insensibilité.

» Si toutefois nous calculons ces très-petits termes, nous trouvons qu'ils ont pour expression

$$\begin{aligned}
&+ 0{,}000.022.299'' \left[e^{(13)} + e^{(11)}\right],\\
&+ 0{,}000.003.224.1 \left[e_1^{(13)} + e_1^{(11)}\right],\\
&+ 0{,}000.000.150.91 \left[e_2^{(13)} + e_2^{(11)}\right],\\
&+ 0{,}000.000.002.287 \left[e_3^{(13)} + e_3^{(11)}\right].
\end{aligned}$$

» C'est dans la dernière ligne que se trouve le nombre $e_3^{(13)}$ dont il s'agit. Avec la valeur 81976 que nous lui avons attribuée, on obtient 0",00017, c'est-à-dire un résultat insensible. Les 80000 unités dont se compose $e_3^{(13)}$ n'ont aucun effet et n'ont été données qu'afin qu'on puisse juger qu'il en est ainsi. A plus forte raison les 33 unités de changement qu'on réclame ne peuvent-elles avoir rien de sensible; la correction qui en résulterait serait

$$0'',000.000.002.287 \times 33 = 0'',000.000.07,$$

ce qu'il s'agissait de prouver.

» Encore une fois, nous faisons nos excuses à l'Académie de retenir son attention sur de pareilles misères, sur une matière triviale, comme dit M. Hind, et néanmoins il nous faut poursuivre; car cette correction elle-même de 0",000 000 07, quelque minime qu'elle soit, ne peut pas être acceptée. A l'avenir sans doute nous prendrons la liberté de dédaigner de telles objections. Aujourd'hui il faut montrer que leur auteur n'a pas compris que l'*ensemble des changements qu'il réclame se détruisent les uns les autres*. Les méthodes d'approximation si indispensables à l'astronomie sont mal appliquées par lui. C'est ce dont on va voir un nouvel exemple.

» L'auteur demande qu'on ajoute

Au coefficient $\left[e_3^{(13)} + e_3^{(11)}\right]$ de la dernière ligne $-$ 45,4,
Au coefficient $\left[e_2^{(13)} + e_2^{(11)}\right]$ de la seconde ligne $+$ 0,880,

et quant aux autres corrections il les trouve négligeables.

« C'est là une erreur de l'auteur. Toutes les corrections seraient généralement de même ordre, et quand il déclare que les corrections qui précéderaient dans l'échelle des nombres, seraient plus petites que celles qu'il accuse, il ne s'aperçoit pas que cela est faux. Les corrections qu'il appelle *plus petites*

sont multipliées en définitive par des nombres plus forts que les corrections qu'il appelle *plus grandes* et les produits deviennent comparables dans les résultats.

» Or ce que l'auteur n'a pas entrevu, c'est que du moment qu'il réclamait de certaines corrections sur le dernier et l'avant-dernier coefficient de l'expression ci-dessus, il en devait nécessairement réclamer d'autres et qui en seraient la conséquence dans les deux coefficients précédents.

» Et ce qu'il n'a pas vu non plus, c'est que lorsque la vérité des approximations est ainsi rétablie, les corrections des quatre lignes ci-dessus dont se compose le terme considéré, *se détruisent les unes les autres*.

» Ainsi, les corrections qu'on voudrait apporter aux 3e et 4e coefficients en entraîneraient nécessairement une dans le 2e, égale à très-peu près à — 0,010 (nous laissons à notre critique le soin de le voir). Et lorsqu'on change alors, non pas seulement la dernière ligne de l'expression ci-dessus, mais les trois dernières, on trouve :

Changement de la dernière ligne.....	— $0'',000.000.103.8$
Changement de la troisième ligne....	+ $0,000.000.132.8$
Changement de la seconde ligne.....	— $0,000.000.032.2$
Changement total.....	— $0,000.000.003.2$

Le changement de la première ligne nous amènerait probablement à zéro; mais l'exactitude des Tables de logarithmes n'est pas assez grande pour nous permettre d'en juger.

» Voilà donc à quoi se réduisent en définitive les corrections réclamées par notre critique. Chacune d'elles est inférieure à *un millionième* de seconde, et de plus leur ensemble se détruit par la nature même des choses.

» Nous ne croyons pas devoir insister davantage.

» Lorsqu'une fonction a été définie par un certain nombre de coefficients de son développement, et qu'on veut la faire entrer dans les calculs, en partant de cette base, deux routes sont à suivre. Ou bien on exprime les résultats définitifs auxquels on veut arriver en fonctions de la suite des coefficients qu'on a adoptés pour base ; ou bien on les représente par des fonctions de nombres secondaires qui sont eux-mêmes composés avec les nombres primitifs. Dans ce second cas, il importe d'exécuter toutes les déterminations numériques intermédiaires, comme si les nombres primitifs étaient rigoureusement exacts, encore bien qu'ils soient en erreur chacun d'une

demi-unité du dernier ordre décimal conservé ; car on arrive par là aux mêmes résultats définitifs que si on les eût formés au moyen des bases primitives elles-mêmes. C'est cette marche dont l'auteur des objections n'a pas compris le sens.

» Sa critique reviendrait encore à dire que nous aurions dû retrancher quelques décimales sur la droite des nombres secondaires. Or ceci est encore une erreur de sa part ; car ce retranchement une fois fait, les nombres ne se seraient plus trouvés entre eux dans les rapports qui correspondent à l'exactitude des nombres qui ont servi de base et de point de départ ; et l'approximation des résultats obtenus eût été en définitive moins grande. Les changements qu'on eût pu proposer à ces nombres, *ainsi mutilés*, ne se seraient plus alors détruits les uns les autres dans les résultats, comme on a vu plus haut que cela avait lieu.

» Le vide absolu des objections de l'auteur nous désarmerait s'il n'avait imprimé dans les *Comptes rendus*, qu'il aurait depuis longtemps communiqué à l'Académie le résultat de ses recherches sur les inégalités lunaires à longue période, trouvées par M. Hansen, s'il n'avait été arrêté par les objections qu'il formule contre nous et auxquelles nous répondons en ce moment. Cela n'est pas sérieux : et apparemment si la théorie de la première des deux inégalités à longue période était terminée de manière à pouvoir être imprimée dans la *Connaissance des Temps* qui a paru au mois d'avril dernier, rien n'empêchait l'auteur d'apporter ce résultat à l'Académie : nous dirons même que c'était un devoir pour lui.

» En effet, le 12 décembre dernier, M. Delaunay annonçait à l'Académie que la première inégalité à longue période, découverte par M. Hansen, était bien loin de s'élever à 15",34 comme l'a trouvé l'illustre astronome de Gotha, et qu'elle était tout au plus d'une minime fraction de seconde : d'où notre collègue ne manquait pas de tirer une foule de déductions en faveur de l'exactitude de ses propres théories.

» En présence de l'incrédulité qui accueillit cette communication, l'auteur voulut bien reconnaître qu'il avait omis quelques termes dont il tiendrait compte ultérieurement.

» Or, dans la communication faite lundi dernier à l'Académie par M. Delaunay, il arrive au même résultat que M. Hansen. D'où il suit que dans sa communication du 12 décembre, en calculant l'inégalité dont

il s'agit, M. Delaunay avait tenu compte des termes insensibles et négligé tous les termes importants.

» Nous oserions presque affirmer qu'en dirigeant vers nous une attaque futile, M. Delaunay se proposait de ne pas nous laisser le temps de signaler des erreurs qu'il s'est bien gardé de rappeler. M. Delaunay s'est trompé, et nous n'eussions pas pris la parole s'il ne nous y eût pas obligé. C'est lui qui nous contraint à présenter une dernière remarque.

» Deux inégalités lunaires à longue période ont été découvertes par M. Hansen.

» Sur la première, fixée à 15",34 par M. Hansen, M. Delaunay avait déclaré qu'elle était nulle. Aujourd'hui il est forcé de reconnaître que c'est M. Hansen qui a raison.

» Sur la seconde inégalité fixée à 21",47 par M. Hansen, M. Delaunay annonce aujourd'hui qu'elle est nulle. Nous voici à l'égard de cette seconde inégalité dans la même situation où nous étions le 12 décembre à l'égard de la première. Or ne se pourrait-il pas que dans une année M. Delaunay fût obligé de reconnaître que sur ce dernier point encore M. Hansen a raison.

» Quant à nous, nous avouons que s'il nous était arrivé de dire à un astronome du mérite de M. Hansen qu'une inégalité qu'il a fixée à 15" n'existe pas, et d'être ensuite obligé de reconnaître que notre adversaire avait raison, nous n'aurions jamais osé recommencer et apporter la même objection à l'inégalité de 22" trouvée par le même auteur. Surtout, nous nous serions bien gardé de trop attirer l'attention sur ces contradictions.

» A la suite de cette discussion, et à cause de son étendue, M. Le Verrier demande à l'Académie de remettre à la prochaine séance la lecture qu'il comptait faire aujourd'hui relativement à ses recherches sur la planète Vénus. »

Après la réponse verbale de M. Le Verrier, **M. Delaunay** lit la Note suivante, puis la dépose sur le bureau de l'Académie :

« Je déclare que, dans tout ce que vient de dire M. Le Verrier, il n'y a rien, absolument rien, qui ait trait à la question débattue. Je maintiens tout ce que j'ai lu devant l'Académie ; et je considérerai M. Le Verrier comme ayant *retiré de lui même* tous ceux de ses arguments qu'il n'aura pas imprimés dans le *Compte rendu* de cette séance. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur le diagnostic des apoplexies; par* **M. Flourens.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la Lettre suivante, qui m'a été adressée par M. *Poelman*, professeur de physiologie à l'Université de Gand, sur un *cervelet* presque entièrement *pétrifié*.

« J'ai eu tout récemment une occasion d'observer un fait pathologique » assez curieux, que je prends la liberté de vous communiquer, parce » qu'il me paraît venir à l'appui de l'opinion que vous avez émise sur les » fonctions du cervelet et que j'estime que c'est par les faits surtout que » l'on arrivera à résoudre les questions controversées.

» Depuis plusieurs mois, j'avais remarqué dans une maison où je vais » comme médecin, un petit chien chez lequel toutes les fonctions se fai- » saient bien; l'intelligence était intacte; il n'y avait pas de paralysie, » mais l'animal se trouvait dans l'impossibilité de coordonner ses mouve- » ments volontaires. Il ne sortait pas d'un petit panier dans lequel il était » couché, et à plusieurs reprises, dans le courant de la journée, il lui pre- » nait des mouvements gyratoires tout à fait involontaires : il se tournait » alors continuellement pendant plus d'un quart d'heure et toujours dans » le même sens.

» A l'autopsie, je n'ai rien trouvé de particulier dans les viscères thora- » ciques et abdominaux, mais dans le cervelet et surtout dans les pédon- » cules cérébelleux moyens, il y avait un nombre considérable de concré- » tions calcaires qui donnaient à ces parties une grande résistance. Le scal- » pel dont je me suis servi pour y faire quelques coupes était fortement » ébréché. Enfin le cervelet, sauf le vermis, était comme pétrifié.

» Quelques granulations calcaires, mais en quantité beaucoup moindre, » se trouvaient aussi dans le pont de Varole. Au delà toutes les parties du » cerveau étaient saines; il en était de même de la moelle allongée. »

« Dans cette très-intéressante observation, ce qui me paraît surtout devoir être remarqué, c'est le rapport exact des *phénomènes pathologiques*, des *symptômes*, aux *fonctions* des parties lésées :

» 1°. A la lésion du *cervelet*, presque entièrement pétrifié, répond l'*impossibilité* de coordonner les mouvements de locomotion;

» 2°. Aux *pédoncules cérébelleux moyens* et au *pont de Varole* répondent les *mouvements gyratoires* involontaires.

» Je prie, à cette occasion, l'Académie de me permettre quelques réflexions générales sur le *diagnostic des apoplexies*.

» La possibilité de ce *diagnostic* résulte, tout entière, de mes expériences sur l'encéphale.

» J'ai fait voir, par ces expériences, que l'encéphale, pris en totalité, se compose de trois parties essentiellement, c'est-à-dire *fonctionnellement*, distinctes :

» 1°. Le *cerveau proprement dit* (*lobes* ou *hémisphères cérébraux*), siége de l'intelligence ;

» 2°. Le *cervelet*, siége du principe qui coordonne, qui équilibre les mouvements de locomotion ;

» 3°. La *moelle allongée* ou plus exactement le point de cette moelle que je nomme *point* ou *nœud vital*, siége du principe même de la vie.

» De là trois classes d'apoplexies : les *apoplexies cérébrales*, les *apoplexies cérébelleuses* et les *apoplexies bulbaires* ou de la *moelle allongée*.

» Les *symptômes* ne sont que les fonctions troublées; les fonctions une fois connues, rien de plus facile que de remonter des *symptômes* à l'organe lésé.

» L'intelligence perdue marque le siége de l'apoplexie dans le *cerveau proprement dit* (*lobes* ou *hémisphères cérébraux*);

» L'équilibration des mouvements de locomotion perdue marque le siége de l'apoplexie dans le *cervelet* ;

» La mort soudaine marque le siége de l'apoplexie (*apoplexie foudroyante*) dans le *nœud vital* (1).

» Je suppose ici des apoplexies *simples*, parce que je parle au point de vue physiologique.

» L'art du physiologiste est d'isoler les organes pour isoler les propriétés, pour arriver à des *faits simples*.

» En pathologie, les faits sont presque toujours compliqués : rarement un organe seul est lésé; plusieurs le sont presque toujours à la fois et plus ou moins inégalement.

» De là, pour les médecins, des *diagnostics* plus difficiles que ceux des physiologistes; mais dans lesquels les faits simples, donnés par la physio-

---

(1) Bien que la *mort soudaine* puisse dépendre, ai-je besoin de le dire? d'un *certain degré de lesion* de plusieurs autres parties de l'encéphale.

logie, servent de guide, et conduisent, comme par la main, pour le démêlement et l'analyse des faits compliqués.

» Je ne puis dire, au reste, avec quel plaisir je vois des médecins de l'ordre de M. Poelman et de M. Baillarger (auteur de la belle observation d'*apoplexie cérébelleuse*, publiée dans un des récents numéros de l'*Union médicale*) tourner enfin une vue sérieuse vers ces grands objets. J'ai remarqué aussi avec le plus vif intérêt l'excellent écrit de M. Hillairet sur les *apoplexies cérébelleuses*, travail que l'Académie a jugé digne d'une récompense. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse solaire du 18 juillet 1860; Lettre du* **P. Secchi**.

« Je prends la liberté d'adresser à l'Académie les deux brochures sur l'éclipse qui ont été le sujet de la réclamation de M. Plantamour dans le n° 15 des *Comptes rendus*, p. 608. Je regrette de devoir entretenir l'Académie d'une discussion qui n'a pas été commencée par moi dans ses publications, et qui aurait, du reste, peu d'importance si je n'étais pas dans la nécessité de repousser la grave accusation d'avoir été arbitraire ou inexact dans la production des documents les plus irrréfragables que possède la science à l'occasion de la dernière éclipse.

» M. Plantamour croit voir une critique de ses observations dans mon second Mémoire, et dit que je conteste l'exactitude de l'observation qu'il a faite sur le nuage isolé à 45°, et que j'attribue à une erreur l'estimation de la distance au bord de la Lune, et à une inadvertance de sa part la disparition qu'il signale. Je demande à mon collègue la permission de lui faire remarquer que ce n'est pas là ce que j'ai dit: je ne conteste pas son observation; je l'admets, au contraire, et, loin d'y voir une inexactitude de sa part, j'y trouve seulement un fait inexplicable pour moi, et c'est pour cela que je le signale aux savants. Le fait est ceci : Un nuage se trouve dans toutes nos épreuves photographiques, de la première jusqu'à la dernière, celle-ci finie seulement quelques secondes avant la fin de la totalité : ce nuage, M. Plantamour dit qu'il l'a vu disparaître près du milieu de l'éclipse; cela étant évidemment contradictoire à ce que je vois avec mes yeux, j'en cherche l'explication, non dans une inadvertance de l'observateur, mais dans un fait physiologique très-connu par lequel il arrive qu'un objet n'est pas vu si on ne porte directement son attention sur lui. Et loin de juger cela un effet d'inadvertance, j'avais choisi justement l'ob-

servation de M. Plantamour pour le grand poids que j'attribuais à son autorité, et parce que l'objet me paraissait très-bien marqué de forme et de position. Du reste, *moi je n'ai pas vu*, *du tout*, *ce nuage*, quoique j'aie bien examiné le Soleil, et le nuage que j'ai vu était de l'autre côté de l'astre, et son existence, je ne l'ai connue et définie que d'après les photographies. J'aurais donc commis une inadvertance bien plus grande que mon collègue, et les observateurs qui ont vu seulement deux ou trois flammes auraient été encore plus inadvertants. Je persiste donc à dire qu'il faut chercher l'explication de ce fait. Je ne rejette pas les observations optiques, mais je demande leur conciliation avec les épreuves photographiques. M. Plantamour nous dit qu'il n'y a pas eu de sa part faute d'attention, et qu'expressément il a porté là son attention. Alors la difficulté croît d'avantage, et il faut recourir à l'explication donnée pour d'autres cas, et qu'admettra ici M. Plantamour, que cela peut être un objet capable de faire impression photographique sans affecter l'œil, ou, encore, que c'est un autre objet. Les savants jugeront.

» Pour mieux appuyer sa réponse, M. Plantamour cherche à jeter beaucoup de méfiance sur les dessins publiés, et cherche à mettre en contradiction les deux publications. Mais à cela je dirai seulement que les photographies originales sont déposées à l'Observatoire de Madrid, et qu'une épreuve positive est à l'Académie, et tous pourront examiner si dans ces images subsistent ou non les objets dont j'ai surtout relevé les détails dans la dernière gravure. Et c'est précisément parce que je trouvai les petits *fac-simile* trop petits et de beaucoup inférieurs aux photographies (comme je le dis page 48, ligne 15) que je me suis résolu à faire cette seconde publication. Aidé des gravures de M. de la Rue, j'ai vu que de très-faibles empreintes n'étaient pas des défauts de photographie, mais des réalités, et j'en ai reproduit les formes le mieux possible, quoique sans doute elles soient un peu différentes de celles de M. de la Rue, car je cherchais à reproduire mes photographies et non les dessins de l'astronome anglais. L'identité pourra être étudiée en détail après les publications anglaises; mais pour ce qui regarde l'ensemble suffisant à résoudre la question capitale, ce que nous connaissons des deux photographies me paraît satifaisant. Les prétendues contradictions entre mes dessins ne subsistent donc pas, et dans les quatre petites figures publiées la première fois, le seul but était de faire voir comment la marche de la Lune couvrait et découvrait les flammes, et je n'ai pas pu obtenir sur cuivre la précision que possèdent les originaux, et plu-

sieurs petits points se sont effacés même pendant le tirage. Mais à quoi eût servi de falsifier volontairement ces dessins, puisque les photographies étaient là à la disposition de tout le monde?

» Laissant de côté plusieurs détails, je viens aux rayons que M. Plantamour a vus partir des protubérances. Après l'explication qu'il donne de ses figures, il ne reste plus lieu à la difficulté. Ces rayons, qui sont dessinés comme tranchés sur le reste, doivent se concevoir fondus graduellement, et alors nous sommes à ce que nous montrent les photographies, c'est-à-dire une lumière plus vive et une couronne un peu plus large dans la région des protubérances. Pour ce que M. Plantamour dit que ces rayons sont identiques avec ceux que j'ai vus à l'œil nu, il me permettra d'être d'un autre avis : les longues aigrettes qui formaient les prolongements de la couronne et vues à l'œil nu paraissent très-différentes, et la grande diversité constatée dans ce phénomène dans les différents lieux paraît prouver que cela tient à quelque phénomène purement d'atmosphère terrestre.

» En conclusion, je ne rejette pas les observations optiques; je demande seulement à les concilier avec ce qu'il y a de plus sûr, les impressions photographiques, et on me permettra que dans les cas douteux je me tienne à celles-ci de préférence. Tous ceux qui voudront, comme moi, comparer entre eux les rapports des différents observateurs oculaires, arriveront à la conclusion que chacun croit avoir vu différemment de l'autre, pendant que les deux documents graphiques s'accordent autant qu'on peut l'espérer, attendu les circonstances dans lesquelles ils ont été faits. Enfin, je prie M. Plantamour de se persuader que, loin de vouloir diminuer le mérite de ses observations, je les avais choisies expressément, comme les plus dignes par leur précision et importance de toutes celles qu'on m'avait envoyées jusqu'à ce jour, pour en faire un objet de comparaison avec les plus irréfragables monuments, et non pas pour en faire une critique; les idées théoriques n'ont pour rien influé dans cet examen. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse de l'engrais flamand; par* **M. J. Girardin**.

« Les produits des fosses d'aisances sont d'un usage presque général dans les environs de Lille, où l'on en tire un excellent parti, dans les grandes exploitations, comme auxiliaire du fumier et des tourteaux, et dans la petite culture, comme unique engrais qu'on répand alors avec profusion. En Flandre, on donne à ce mélange les noms de *courte-graisse*, de *vidanges*, de *tonneaux*, et partout ailleurs celui d'*engrais flamand*.

» Je n'insisterai pas ici sur l'emploi et les avantages de ces précieux résidus de la digestion; ils ont été parfaitement exposés dans un rapport que M. Corenwinder a présenté tout dernièrement au Comice agricole de l'arrondissement de Lille (1). Je veux simplement dans cette Note consigner les résultats des analyses que j'ai faites, et montrer aux cultivateurs qu'il n'est pas indifférent pour eux d'employer toute espèce de *vidanges*, sans modifier les dosages habituels qu'ils suivent, puisque la richesse de l'engrais flamand en principes fertilisants peut varier dans des limites très-étendues.

» MM. Meurein, Corenwinder, Florimond Six et d'autres agronomes ont constaté, à maintes reprises, que cet engrais, tel qu'on l'extrait des fosses de la ville de Lille et tel qu'il se trouve dans les citernes construites à proximité des champs, marque de 1 à 3° à l'aréomètre de Baumé. Or il est constant que la matière excrémentiticlle des latrines, sans aucune addition, marque en moyenne 5° au même aréomètre. Il en résulte donc que le produit des vidanges des fosses de la ville contient une forte proportion d'eau qui affaiblit singulièrement son pouvoir fertilisant. Cela tient à ce que ce produit étant abandonné par les chefs de maison à leurs domestiques, ceux-ci, qui le vendent aux cultivateurs de la banlieue à raison de 30 à 40 centimes l'hectolitre, en augmentent la quantité disponible le plus qu'ils peuvent en versant dans les latrines les eaux ménagères, et, à leur défaut, l'eau des puits. La fraude est telle, que plusieurs cultivateurs font usage de l'aréomètre avant d'acheter les vidanges d'une maison. Les analyses suivantes auront peut-être pour effet de prouver à tous la nécessité de recourir à l'aréomètre et mieux au densimètre comme moyen de titrage.

» J'ai opéré mes analyses sur trois échantillons différents d'origine.

» **1**. *Engrais flamand pur*. — Mon ami M. Corenwinder a eu la complaisance de me procurer les produits d'une fosse particulière du Quesnoy-sur-Deule, dans laquelle on ne jette aucune eau étrangère; c'est uniquement le mélange des urines et des excréments solides des habitants de la maison, avec des débris organiques végétaux. L'engrais, tel qu'il m'est parvenu, était assez épais, de couleur verdâtre, d'une odeur forte et caractéristique.

---

(1) Rapport sur l'emploi de l'engrais flamand en agriculture dans l'arrondissement de Lille (*Archives de l'agriculture du nord de la France*; 2e série, t. IV, n° 7, juillet 1860, p. 392).

Il bleuissait fortement le papier rouge de tournesol. Par le repos, il s'est séparé en deux couches : la supérieure, liquide, claire, de couleur brune; l'inférieure, formée de flocons verts. Après un parfait mélange de toutes les parties, j'ai trouvé sa densité égale à 1,031. L'analyse, faite sur 1 litre, m'a donné les résultats suivants :

Eau	980,37
Matières organiques (colorante, visqueuse, grasse, azotée et non azotée)	26,59
Ammoniaque	7,63
Potasse	2,14
Acide phosphorique	3,33
Acide nitrique	traces
Chlore, Acide sulfurique, Acide sulfhydrique, Alumine, Chaux, Magnésie, Soude	5,77
Silice et oxyde de fer	5,07
	1031,00

» L'azote contenu dans 1 litre de cet engrais est ainsi réparti :

	gr
Azote des sels ammoniacaux	6,293
Azote de la matière organique	2,870
Azote des nitrates	traces
Azote total	9,163

» En convertissant l'acide phosphorique en sous-phosphate de chaux des os ($8CaO, 3PhO^5$), 1 litre de cet engrais en contiendrait $7^{gr},09$.

» 2. *Engrais flamand additionné d'eau.* — Je dois cet échantillon à l'obligeance de mon confrère M. Meurein; il a été pris dans la fosse d'une maison bourgeoise de Lille. M. Meurein admet qu'il a dû être additionné de 12 à 15 pour 100 d'eau. Cet engrais était plus fluide que le précédent, trouble et de couleur brune, sans débris organiques appa-

rents; il avait l'odeur caractéristique, était très-alcalin au papier de tournesol, et sa densité était de 1,0175. Il m'a offert la composition suivante par litre :

Eau	998,63
Matières organiques (colorante, visqueuse, grasse, azotée et non azotée)	5,37
Ammoniaque	5,69
Potasse	1,53
Acide phosphorique	1,01
Acide nitrique	traces
Chlore, Acide sulfurique, Acide sulfhydrique, Alumine, Chaux, Magnésie, Soude	4,65
Silice et oxyde de fer	0,62
	1017,50

» L'azote contenu dans 1 litre de cet engrais est ainsi réparti :

	gr
Azote des sels ammoniacaux	4,692
Azote de la matière organique	1,960
Azote des nitrates	traces
Azote total	6,652

» En convertissant l'acide phosphorique en sous-phosphate de chaux des os, 1 litre de cet engrais en contiendrait $2^{gr},09$.

» 3. *Engrais flamand additionné d'eau.* — Cet échantillon provient d'une fosse d'une grande fabrique de Quesnoy-sur-Deule; il m'a été envoyé par M. Corenwinder, tel qu'on le vend aux cultivateurs. La fosse reçoit de l'eau en assez fortes proportions par voie d'infiltration. Cet engrais était très-fluide, trouble, d'une couleur brune. Il avait l'odeur spéciale, une réaction alcaline au tournesol et sa densité n'était que de 1,007. Voici la composition trouvée par litre :

Eau	996,450
Matières organiques (colorantes, visqueuses, grasses, azotée et non azotée)	0,514
Ammoniaque	2,090
Potasse	0,159
Acide phosphorique	0,271
Acide nitrique	traces
Chlore, Acide sulfurique, Acide sulfhydrique, Alumine, Chaux, Magnésie, Soude	7,487
Silice et oxyde de fer	0,027
	1007,000

» L'azote contenu dans 1 litre de cet engrais est ainsi réparti :

	gr
Azote des sels ammoniacaux	1,725
Azote de la matière organique	0,123
Azote des nitrates	traces
Azote total	1,848

» En convertissant l'acide phosphorique en sous-phosphate de chaux des os, 1 litre de cet engrais en contiendrait $0^{gr},559$.

» Cet échantillon de la fabrique du Quesnoy-sur-Deule représente l'état de dilution sur lequel se trouve généralement le produit de la vidange des maisons particulières de Lille. Mon analyse s'accorde très-bien avec les résultats obtenus antérieurement par M. Meurein qui, dans ses différents rapports au Comice agricole et au Conseil de Salubrité (1), a avancé que l'engrais flamand enlevé de Lille chaque matin par les cultivateurs contient $1^{gr},90$ d'azote par kilogramme et marque entre 1 et 2° à l'aréomètre de Baumé, ce qui correspond à 1,007 ou 1,014 de densité.

(1) Rapport sur un opuscule concernant les urinoirs publics de la ville de Lille (*Archives de l'agriculture du nord de la France*, 2ᵉ série, t. I, p. 25, année 1857).

Vidange des latrines au moyen de systèmes inodores (travaux du Conseil central de Salubrité du département du Nord pendant l'année 1858, nº 17, p. 189).

» *Déductions.* — Si nous mettons en regard les quantités relatives des trois principes fertilisants les plus importants contenus dans les échantillons analysés, on saisira mieux les différences essentielles dans leur composition :

	Engrais pur.	Engrais additionné d'eau.	
	nº 1.	de Lille, nº 2.	du Quesnoy, nº 3.
	gr	gr	gr
Azote total.	9,163	6,652	1,848
Sous-phosphate de potasse.	7,070	2,099	0,559
Potasse.	2,140	1,530	0,159

» Si, pour rendre les comparaisons plus sensibles et permettre de rapprocher le pouvoir fertilisant de l'engrais flamand à celui du fumier de ferme, nous rapportons non plus au litre, mais au kilogramme, les résultats principaux des analyses précédentes, voici les chiffres que nous obtenons :

	Engrais pur.	Engrais additionné d'eau.	
	nº 1.	de Lille, nº 2.	du Quesnoy, nº 3.
	gr	gr	gr
Eau.	950,89	981,55	989,52
Matières solides.	49,11	18,45	10,48
Azote total.	8,888	6,537	1,835
Sous-phosphate de chaux.	6,857	2,054	0,555
Potasse.	2,075	1,503	0,157

On voit donc que l'engrais flamand, tel que les cultivateurs l'emploient le plus habituellement, renferme : 5 fois moins de matières solides ; près de 5 fois moins d'azote ; 12 fois moins de phosphate, et 13 fois moins de potasse que l'engrais flamand pur ; et qu'entre deux sortes de vidanges, achetées le même prix, telles, par exemple, que le nº 2 et le nº 3, décrits ci-dessus, il peut y avoir des différences allant :

Pour les matières solides.	de	1	à	2
Pour l'azote.	de	1	à	$3\frac{1}{2}$
Pour le phosphate.	de	1	à	4
Pour la potasse.	de	1	à	10

» Si maintenant nous voulons fixer la valeur agricole réelle de ces trois sortes d'engrais flamand, d'après les prix de l'azote et du phosphate de chaux, tels que nous les offre le fumier de ferme, nous arrivons aux chiffres sui-

vants pour 1000 kilogrammes d'engrais :

	Azote à $1^{fr},65$ le kilgor.		Phosphate de chaux à $0^{fr},15$ le kilogr.		Valeur totale des 1000 kil.
	Quantité.	Prix.	Quantité.	Prix.	
	kil.	fr.	kil.	fr.	fr.
Engrais flamand pur, n° 1......	8,888	14,665	6,857	1,028	15,693
Engrais additionné d'eau, n° 2...	6,537	11,186	2,054	0,308	11,494
Engrais additionné d'eau, n° 3...	1,835	3,027	0,555	0,083	3,110

» A Lille, le tonneau (mesure habituelle pour cet engrais) contenant 125 kilogrammes de matière, coûte moyennement 30 centimes d'achat ; ce qui met les 1000 kilogrammes à $2^{fr},40$. Ce prix est donc au-dessous de la valeur véritable de l'engrais pris sur place. Mais à ces 30 centimes d'achat, il faut ajouter 30 centimes de transport et 60 centimes pour l'emploi, c'est-à-dire pour les frais d'épandage. En réalité, chaque tonneau d'engrais mis sur champ revient au cultivateur à $1^{fr},20$, soit $9^{fr},60$ les 1000 kilogrammes. On voit donc que ce n'est qu'en achetant de l'engrais pur, ou du moins ne marquant pas au-dessous de 3°, que le cultivateur ne perd pas sur sa marchandise, car lorsqu'il achète des vidanges à 1°, ce qui est le cas le plus habituel, il paye $9^{fr},60$ ce qui ne vaut que $3^{fr},11$, c'est-à-dire deux fois plus qu'il ne faut.

» Les analyses et les calculs précédents prouvent donc bien que le cultivateur éprouve des pertes en argent assez notables en achetant, sans titrage exact, toutes les sortes d'engrais flamand qu'on lui offre, et, de plus, des pertes en produits végétaux, puisque l'engrais étant toujours répandu sur les champs en quantités semblables, quelle que soit sa nature, il ne donne pas lieu à la même quantité de produits récoltés. Le cultivateur devrait donc prendre l'habitude d'acheter les vidanges au degré aréométrique, de même qu'il est passé depuis longtemps dans les usages commerciaux de vendre et d'acheter les acides, les potasses, les soudes, le chlorure de chaux au degré. De cette manière, il ne risquerait pas d'être trompé et de se tromper lui-même dans les dosages qu'il fait de l'engrais flamand. »

M. **Daubrée**, récemment nommé à une place de Correspondant pour la Section de Minéralogie et Géologie, adresse à l'Académie ses remercîments.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'auteur d'un Mémoire adressé au concours pour le Grand prix de Mathématiques, question concernant la théorie de l'action capillaire, envoie aujourd'hui un supplément à ce travail, en priant l'Académie de permettre que, bien qu'arrivé après la clôture du concours, il soit annexé au Mémoire original et soumis à l'examen de la Commission.

Le Mémoire en question avait été remis au mois de mars et inscrit sous le n° 1; depuis lors aucun autre travail destiné au même concours n'est parvenu à l'Académie. En conséquence le supplément aujourd'hui présenté sera renvoyé à la Commission, qui jugera si elle en doit tenir compte.

HYDRAULIQUE. — *Note sur le mouvement gyratoire d'une masse liquide qui s'écoule par un orifice circulaire pratiqué en mince paroi au centre de la base circulaire d'un vase cylindrique; par* **M. F. Laroque.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Serret.)

« M. Magnus de Berlin a constaté le premier, dans un Mémoire remarquable intitulé : *Recherches hydrauliques* (1), que pendant l'écoulement d'un liquide par un orifice pratiqué en mince paroi sur le fond horizontal d'un vase cylindrique, il se produit dans ce liquide, peu d'instants après que l'écoulement a commencé, un mouvement gyratoire qui, si l'écoulement a une durée suffisante, se propage d'abord sur une grande partie du fond, et s'étend même jusqu'aux couches supérieures du liquide. M. Magnus pense que si pendant l'écoulement toutes les molécules liquides n'étaient sollicitées que par la cohésion et la pesanteur, elles convergeraient toutes vers le centre de l'orifice, et qu'il n'y aurait pas de mouvement gyratoire; mais que ce mouvement doit, au contraire, se produire toutes les fois que la convergence des molécules vers un centre commun est troublée par quelques causes perturbatrices, un obstacle se trouvant au fond du vase, un mouvement provoqué dans le liquide par une influence extérieure.

» M. Perrot, dans une Note récente (2), a prétendu que le mouvement

---

(1) *Hydraulische Untersuchungen*, von G. Magnus. — *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 1855. Bd CV.

(2) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, t. XLIX, n° 18, 31 octobre 1859.

gyratoire qui se manifeste dans une masse liquide pendant qu'elle s'écoule par un orifice circulaire, percé en mince paroi sur le fond horizontal d'un vase cylindrique, est un effet immédiat du mouvement diurne de la terre. Il s'est appuyé, pour cela, sur ce principe qu'un filet liquide en mouvement sur un plan horizontal tend toujours à dévier sur la droite dans l'hémisphère boréal sous l'influence seule du mouvement diurne de la terre.

» Cette divergence d'opinion rendait nécessaires de nouvelles recherches pour savoir où est la vérité. Je viens soumettre au jugement de l'Académie le résultat de celles que j'ai entreprises dans ce but. J'ai employé un vase cylindrique en zinc semblable à celui de M. Magnus. Toutefois il en diffère par les dimensions, qui sont beaucoup plus grandes; de plus, il est muni de deux fenêtres vitrées, pratiquées sur le pourtour du vase et dans un même plan diamétral. Ces deux fenêtres permettent ainsi d'observer ce qui se passe dans toute la profondeur de la masse liquide. Les expériences nombreuses et variées que j'ai réalisées avec cet appareil, et dont les détails sont consignés dans ma Note, m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1°. Lorsqu'un liquide s'écoule par un orifice circulaire en mince paroi, pratiqué au centre du fond plan et horizontal d'un vase cylindrique, s'il existe près de l'orifice des obstacles qui modifient la convergence rectiligne des molécules vers l'orifice dans des plans diamétraux, il peut en résulter un mouvement gyratoire qui modifie d'une manière sensible la constitution physique de la veine liquide. Mais ce mouvement ne se propage qu'à une très-petite distance de l'orifice, et il ne parvient pas à s'élever de proche en proche jusqu'à la surface du liquide tant que la charge dépasse 1 décimètre environ, ni dans aucun cas à se communiquer à toute la masse liquide.

» 2°. Pendant l'écoulement, les molécules liquides ne se déplacent pas de la circonférence vers le centre; elles tombent.

» 3°. Dans les expériences de M. Magnus et de M. Perrot, où l'on a observé un mouvement de rotation de la masse liquide d'abord sensible à la surface au-dessus de l'orifice, et peu d'instants après que l'écoulement avait commencé, ce mouvement existait avant l'écoulement.

» 4°. Le mouvement gyratoire d'une masse liquide pendant l'écoulement, observé par M. Perrot, n'était pas un effet immédiat du mouvement diurne de la terre. L'expérience dite de M. Perrot ne doit donc pas être ajoutée

aux brillantes expériences par lesquelles M. Foucault a rendu sensible le mouvement diurne de la terre. »

A cette Note est joint un Appendice relatif à l'opinion émise par M. Babinet, à l'occasion de l'expérience de M. Perrot, à savoir que toutes les rivières dans l'hémisphère boréal ont une tendance à droite, et que cette tendance est l'effet immédiat du mouvement de rotation de la terre. L'auteur discute cette opinion, et conclut en terminant que « dans l'état actuel de la science, l'écoulement des liquides ne peut rendre manifeste, dans aucun cas, le mouvement de rotation de la terre. »

TECHNOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les lois des transports ascendants à la brouette et à la voiture; par* **M. J. Carvallo.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Piobert, Morin.)

« La question qui a donné lieu aux expériences que nous soumettons au jugement de l'Académie, a été posée de la manière suivante dans notre Mémoire sur les terrassements de dépôt et d'emprunt :

« Lorsque le centre de gravité d'un remblai est placé au-dessus du centre de gravité du déblai, on admet que l'on a d'abord élevé les terres au niveau du premier centre avec une rampe d'inclinaison $\frac{1}{\alpha}$, que le surplus du transport est horizontal et que la ligne parcourue est située dans le plan vertical qui renferme les deux centres de gravité. Si la différence de niveau est telle, que l'on ne puisse arriver directement de l'une à l'autre avec l'inclinaison $\frac{1}{\alpha}$, on compte toute la distance nécessaire pour arriver, par un détour, avec cette inclinaison. Enfin, chaque mètre de longueur de la rampe équivaut à $\frac{M}{M'}$ mètres en plaine, M et M' étant les longueurs parcourues dans le même temps en plaine et en rampe par le moteur que l'on considère, de façon que 1 mètre de hauteur équivaut à α mètres en rampe et à $\frac{M\alpha}{M'}$ mètres en plaine. »

» Il résulte des conditions précédentes :

» 1°. Que lorsque la distance horizontale des centres de gravité des deux masses est plus petite que la longueur nécessaire pour franchir leur différence de niveau avec l'inclinaison $\frac{1}{\alpha}$, la dépense s'évalue en transformant chaque mètre de hauteur en $\frac{M\alpha}{M'}$ mètres en plaine;

» 2°. Que lorsque la distance horizontale des centres de gravité est plus grande que la longueur nécessaire pour gravir leur différence de niveau avec l'inclinaison $\frac{1}{\alpha}$, la dépense s'évalue en transformant chaque mètre de hauteur en $\frac{M\alpha}{M'} - \alpha$ mètres en plaine, et ajoutant la distance horizontale qui les sépare.

» Dans le premier cas, il faut déterminer par des études expérimentales quelle est la rampe $\frac{1}{\alpha}$ qui rend $\frac{M\alpha}{M'}$ minimum; dans le second cas, quelle est la valeur de rampe qui rend $\frac{M\alpha}{M'} - \alpha$ un minimum. Les quantités $\frac{M\alpha}{M'}$, $\frac{M\alpha}{M'} - \alpha$ sont les coefficients de transformation des hauteurs en longueurs horizontales.

» L'inclinaison des rampes destinées à opérer les transports ascendants, susceptible de donner le minimum de la dépense, quoique variable avec chaque moteur, et, pour un même moteur, avec quelques circonstances locales, telles que la nature du terrain, la sécheresse ou l'humidité habituelles de la localité, la présence accidentelle ou l'absence de sources, cette inclinaison, disons-nous, est renfermée entre certaines limites. En étudiant avec soin ce qui se passe sur les ateliers de terrassements, l'expérience fait bientôt reconnaître que les limites de ces variations sont assez étroites et permet de déterminer, pour chaque espèce de moteur, une inclinaison moyenne la plus favorable et la seule qu'on puisse introduire dans un devis ou une série de prix. Cette inclinaison moyenne est limitée par la nature même des choses en dessus et en dessous. En effet, si on augmente sa raideur, le moteur animé épuise trop rapidement ses forces; si on l'adoucit trop, au contraire, le chemin parcouru s'allonge outre mesure, la construction de la rampe devient trop coûteuse et son existence jusqu'à la fin des travaux une gêne permanente beaucoup trop grande. C'est donc entre ces limites extrêmes qu'il y lieu de chercher la valeur de la rampe qui convient le mieux à l'organisation du corps du moteur pour produire la moindre dépense possible.

» Le Mémoire renferme le tableau type qui servait à recueillir les nombres fournis par l'expérience, leur résumé en tableaux numériques et en courbes graphiques. Il a été fait en totalité 2082 observations.

» Les expériences sur les transports à la brouette sont au nombre de 220, résumées dans deux tableaux numériques et dans quatre courbes distinctes. Ces expériences confirment celles faites avec tant de soin par

M. Vaillant, alors capitaine du génie. La question des transports ascendants à la voiture n'a jamais donné lieu, que nous sachions, à des séries d'expériences coordonnées. Le Mémoire renferme un tableau de deux courbes de 1003 expériences faites avec divers attelages, sur des déclivités variables de $0^{m},009$ à $0^{m},06$ par mètre; il résulte de ces expériences que la déclivité *minimante* est celle de $0^{m},05$, et que la mule ou le mulet présente, dans les régions méridionales de la France, une supériorité marquée sur tous les autres moteurs.

» Un dernier paragraphe fait connaître les résultats en chiffre et sous forme graphique de 1452 expériences faites sur des rampes revêtues de plateaux en bois pour des déclivités variant de $0^{m},06$ à $0^{m},08$ par mètre. La déclivité *minimante* est, dans ce cas, celle de $0^{m},08$ par mètre; la mule conserve une supériorité encore plus marquée que celle observée sur les rampes non revêtues.

» Il ressort de l'examen des chiffres de ces tableaux un enseignement précieux sur le choix des attelages à adopter, et par suite un moyen de diminuer notablement la dépense de transport.

» Il est bien évident que toutes les valeurs expérimentales et les relations qui s'en déduisent renfermées dans notre travail ne sont rigoureusement applicables que dans la région de la France où ont été faites les observations. Le tout peut être modifié si l'on s'éloigne beaucoup, soit au nord, soit au midi de cette région; il faut alors chercher dans les différents moteurs propres à chaque pays celui qui convient le mieux au climat; il faut, en outre, déterminer pour ce moteur de choix quelles sont les déclivités les plus favorables suivant la nature du sol. La méthode que nous avons donnée reste la même, et nous appelons de tous nos vœux son application à diverses contrées. »

M. Maille soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : *Moyen d'amplifier les marées à l'embouchure des rivières.*

« Si l'on examine comparativement, dit l'auteur, les rivières qui débouchent dans une mer où règnent des marées prononcées et celles qui tombent dans une mer où elles sont nulles, on reconnaît que, dans les premières, le jeu des deux courants alternatifs du flot et du jusant aide singulièrement le fleuve à expulser au large les sables et galets qui tendent à obstruer l'embouchure, en élargissant et en approfondissant celle-ci, et que cette forme évasée réagit à son tour sur les deux courants, en les rendant plus puissants et en augmentant les oscillations du niveau de l'eau, sur-

tout dans la partie maritime du fleuve la plus avancée dans les terres, ce qui est éminemment favorable à la navigation.

» Depuis une trentaine d'années, les travaux dirigés avec intelligence dans la plupart des rivières de l'Angleterre ont rendu le jeu des marées plus fort et plus puissant, et les dénivellations plus grandes dans l'intérieur des terres. Le système de barrage que je fais connaître dans cette Note me paraît pouvoir produire dans bien des cas, avec peu de frais, l'effet désiré, et je le crois spécialement applicable aux rivières de l'Algérie. »

(Renvoi à l'examen d'une Commission composée de MM. Morin et Babinet.)

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi agricole des nodules de phosphate de chaux; par* M. **Boblique**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Balard.)

« Je pense qu'on peut rapporter à deux causes principales l'inefficacité du phosphate calcaire naturel dans des cas fort nombreux :

» 1°. A la grande cohésion de cette substance, ce qui en rend l'assimilation très-difficile quand elle n'est déterminée que par les seuls agents naturels : on a cherché à remédier à cet inconvénient en traitant les nodules par des acides minéraux puissants; mais c'est un moyen coûteux et qui peut être nuisible dans des terrains qui ne contiendraient pas assez de bases en état de saturer l'excès d'acide qu'on a dû employer pour amener la dissolution du phosphate calcaire; 2° à l'absence de la silice soluble. En effet, la silice est aussi indispensable aux céréales que l'acide phosphorique; elle en forme le squelette, et l'on attribue avec raison à son absence l'accident auquel on a donné le nom de *versement*. Si le sol ne contient pas une quantité suffisante de silice assimilable, la tige ne pourra pas acquérir les qualités nécessaires pour que la récolte arrive à bonne fin, et les phosphates qu'on ajouterait à une terre placée dans ces conditions seraient inutiles. Ces données m'ont guidé dans la recherche d'un moyen propre à assurer l'emploi utile des nodules.

» Les nodules pulvérisés sont mélangés à 50 pour 100 de leur poids de sel marin; je donne, pour cet emploi, la préférence aux sels de morue ou de cuirs dont le prix dans nos ports de mer est très-minime. Ce mélange est porté, dans des fours ou des cylindres, à une température un peu inférieure au rouge, en présence d'un courant de vapeur d'eau.

» Si, comme cela se présente quelquefois, les nodules ne contiennent

pas une quantité suffisante de silice, il faut en augmenter la proportion par une addition préalable.

» La réaction de la silice sur le chlorure de sodium en présence de la vapeur d'eau est connue; il se forme du silicate de soude et de l'acide chlorhydrique. Dans le cas particulier, ce dernier porte son action sur le phosphate de chaux auquel il enlève 2 équivalents de chaux pour donner naissance à du chlorure de calcium et à du biphosphate de chaux; cependant tout l'acide phosphorique n'est pas combiné à de la chaux; il se forme quelquefois une assez forte quantité de phosphate de soude. Je pense que ce dernier produit est dû surtout à la décomposition du phosphate de fer; tout ce métal se retrouve en effet à l'état de sesquioxyde, cristallisé en paillettes, ainsi qu'on l'a constaté depuis longtemps en calcinant du sulfate de fer et du chlorure de sodium.

» La même opération fournit donc des silicates et des phosphates qui se retrouvent à l'état sec, sans excès d'acide, et qui peuvent céder aux plantes avec une grande facilité, non-seulement de la silice et de l'acide phosphorique, mais encore une forte quantité d'alcali. »

M. **Houzeau** adresse une Note intitulée : « De la nitrification instantanée de l'ammoniaque à une basse température; remarques à l'occasion du Mémoire de M. Millon sur la théorie chimique de la nitrification ».

Dans cette Note, l'auteur rappelle qu'en 1855, 1856 et 1858, il avait obtenu quelques-uns des résultats que M. Millon signale comme nouveaux dans son dernier Mémoire, et qu'il faisait déjà dépendre, à ces époques, la production naturelle des nitrates, d'une combustion de l'ammoniaque par l'ozone ou oxygène naissant.

(Renvoi à l'examen des Commissaires désignés pour le Mémoire de M. Millon : MM. Regnault, de Senarmont, le Maréchal Vaillant.)

M. F. **Paulet** adresse, de Genève, une nouvelle « démonstration du dernier théorème de Fermat ».

(Commissaires, MM. Lamé, Bertrand.)

M. **Pappenheim** envoie une Note intitulée : « Rapport de la présence des vers dans les poumons tuberculeux avec l'apparition des Trichosomes dans la vessie urinaire ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

Parmi les pièces imprimées de la Correspondance, M. le Secrétaire perpétuel signale à l'attention de l'Académie l'ouvrage intitulé : *Materialen...* (Matériaux pour servir à la minéralogie de la Russie), par *M. Kokscharow.*

M. de Senarmont est prié de faire à l'Académie un Rapport verbal sur cet ouvrage publié en allemand.

M. Élie de Beaumont, en présentant au nom de *M. P. de Tchihatcheff* un opuscule allemand extrait du *Journal géographique* de M. Petermann et qui a pour objet les recherches géographiques du savant voyageur, lit les passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Désirant donner un aperçu général des itinéraires que j'ai suivis en Asie Mineure et en Arménie pendant dix années d'exploration, M. Petermann s'était adressé à moi, il y a un an, pour me demander la communication de la partie purement topographique de mes journaux de voyage, afin de tracer sur une carte à échelle très-réduite les lignes que j'avais parcourues. J'ai accueilli avec d'autant plus d'empressement et de gratitude cette offre bienveillante, qu'elle me mettait à même de m'acquitter d'un devoir que m'imposaient mes divers ouvrages relatifs à ces contrées lointaines et peu connues, savoir : celui de faire connaître l'indication topographique des explorations qui ont fourni les matériaux à ces ouvrages. Exclusivement occupé de la publication des résultats scientifiques de mes études, je n'ai pas eu le temps jusqu'à présent de placer sous les yeux des savants les pièces justificatives qui leur permissent de décider, par leur propre contrôle, jusqu'à quel point mes observations ont pu avoir été recueillies par moi sur les lieux mêmes, et avec quel degré d'autorité il m'était permis de juger de l'ensemble des contrées dont mes ouvrages donnent la description physique. Le travail de M. Petermann répond à toutes ces questions. Il résulte de la carte jointe à ce travail que l'ensemble de mes itinéraires constitue un réseau compacte qui, développé en une ligne droite, n'a pas moins de 443 milles allemands (15 milles par degré), ou en chiffres ronds 3110 kilomètres. C'est cette bande qui représente la contrée que pendant dix années je me suis efforcé d'étudier sous le rapport de la topographie, de la météorologie, de la géologie et de la botanique; sur cette étendue,

1450 kilomètres traversent des régions qui n'avaient jamais été visitées précédemment par un naturaliste quelconque, ainsi que le constatera un second travail de M. Petermann dans lequel il se propose de discuter historiquement toutes les expéditions scientifiques effectuées en Asie Mineure et en Arménie depuis Tournefort jusqu'à l'époque actuelle. »

ASTRONOMIE. — *Sur la polarisation de la couronne des éclipses. Pointillé du Soleil observé au zénith; par* M. EMM. LIAIS.

« Je lis dans la *Compte rendu* de la séance du 6 août dernier une Note de M. Prazmowski sur la polarisation de la lumière de la couronne et des protubérances solaires pendant l'éclipse du 18 juillet 1860.

» Dans ses observations M. Prazmowski est arrivé à des résultats en tout semblables à ceux que j'avais obtenus le 7 septembre 1858 à Paranagua par des observations semblables. Ces conclusions sont : une polarisation sensible, nettement accusée de la couronne dans toutes ses parties, y compris les rayons de l'auréole; le plan de polarisation partout normal au limbe des deux astres; l'égalité de lumière des deux images des protubérances obtenues par dédoublement à l'aide d'un prisme biréfringent.

» Au moment où l'attention est de nouveau appelée sur la question de la nature de l'auréole solaire, l'Académie voudra bien me pardonner de rappeler des observations sur un point qu'Arago a considéré comme la pierre de touche de la théorie de la couronne. « Supposons en effet, dit-il » dans l'*Astronomie populaire*, t. III, p. 609, que la lumière blanchâtre de la » couronne bien observée offre des traces sensibles de polarisation. La po- » larisation ne pouvant procéder de la diffraction, il sera indispensable de » l'attribuer à la lumière provenant, par voie de réflexion, de l'atmosphère » diaphane dont le Soleil serait alors indubitablement entouré. »

» Le rappel de mes observations me paraît d'autant plus justifié, que M. Prazmowski paraît les ignorer lorsqu'il dit : « De nombreuses observa- » tions avaient déjà démontré d'une manière à peu près certaine l'existence » de la lumière polarisée dans la partie du ciel environnant le Soleil éclipsé : » il restait cependant à préciser sa nature, à déterminer d'une manière » précise la direction du plan de polarisation, etc. »

» Dès avant 1858, la polarisation de la lumière de la couronne avait déjà été étudiée, en effet; mais, malgré les instances d'Arago, la direction du plan de polarisation n'avait pas été indiquée et, conformément à une remarque de cet illustre astronome, il en résultait encore quelques doutes

sur son existence. L'importance des observations de polarisation me détermina donc à faire de l'étude de la polarisation de la couronne la partie principale de mon programme particulier dans l'observation de l'éclipse de 1858, et j'ai employé dans ce but deux procédés distincts : un polariscope d'intensité consistant en une tourmaline et le polariscope de Savart, qui l'un et l'autre m'ont accusé de la façon la plus nette l'existence de la polarisation, et la direction de son plan qui est normal au limbe. Le prisme biréfringent à petit angle m'a servi à reconnaître que les protubérances donnaient deux images égales, malgré la polarisation du fond sur lequel elles se projetaient, parce que la petite séparation des deux images faisait que cette polarisation du fond était sensiblement égale pour elles deux.

» La polarisation de la couronne et des rayons était d'autant plus évidente à Paranagua, que, comme il est relaté dans le Rapport de la Commission brésilienne dont je faisais partie, la polarisation atmosphérique présente dans l'éclipse du 7 septembre 1858 un point neutre dans la région des deux astres. Il n'y avait donc aucune confusion possible, indépendamment d'ailleurs de la rotation du plan de polarisation, qui restait dans tout le pourtour du limbe normal au bord de l'astre.

» Les observations du P. Secchi sur la polarisation pendant l'éclipse de 1860, comme celles de M. Prazmowski, confirment mes observations de 1858. D'après les termes de la Note de M. Prazmowski, ce dernier observateur paraît avoir même trouvé la proportion de lumière polarisée plus grande que je ne l'avais remarqué. Peut-être cela vient-il de ce que la région des deux astres ne devint pas, en Espagne, un point neutre de la polarisation atmosphérique, comme à Paranagua. Au reste, si j'ai trouvé la polarisation de la couronne solaire faible par rapport à la polarisation atmosphérique ordinaire, je n'en déclare pas moins que cette polarisation était incontestablement beaucoup plus grande que d'autres polarisations bien constatées, telles que celle de la surface de la Lune. Elle fut accusée même par un petit polariscope Savart qui ne laisse pas voir les bandes sur la Lune dans les conditions du maximum de polarisation de cet astre.

» Si la couronne était due à la lumière réfléchie par les montagnes lunaires et diffractée par l'effet des échancrures du bord de notre satellite, un rayon devrait pendant la durée d'une éclipse émaner constamment du même point du contour de la Lune. Or ce fait est directement contraire à une de mes observations. Pendant l'éclipse de 1858, j'ai vu de la manière la plus nette, comme le relate le Rapport de la Commission brésilienne, un

rayon incliné recouvert progressivement à sa base par la Lune et dont le point de départ apparent se déplaçait conséquemment sur le contour lunaire. Arago et d'autres observateurs en 1842 ont vu, comme la Commission brésilienne dans l'éclipse de 1858, des rayons entremêlés qui, prolongés, n'auraient même pas coupé le limbe lunaire. Pareille observation paraît avoir été faite dans l'éclipse de 1860 par M. Lespiault. Dans toutes les éclipses on a aussi noté des rayons courbes. L'impression qui m'a été produite était celle de la projection les uns sur les autres de nombreux arcs et rayons offrant une grande analogie d'aspect avec les arcs et les rayons de l'aurore boréale, et entourant le Soleil.

» Sans rien préjuger sur les conclusions que chacun voudra tirer de l'ensemble des observations, il ne me semble pas que la grande variation des rayons d'une station à l'autre puisse être considérée comme un obstacle à la supposition d'une existence réelle, car la surface du Soleil, comme l'indique le pointillé variable à cette surface, est dans un état d'agitation extraordinaire. On a quelquefois attribué les variations de ce pointillé à notre atmosphère; mais j'ai fait au Brésil des observations qui ne peuvent guère se concilier avec cette hypothèse. Au commencement de janvier 1859, à San-Domingos, baie de Rio-de-Janeiro, j'ai observé plusieurs fois le pointillé avec le Soleil au zénith, et par une atmosphère très-calme où les bords du Soleil étaient d'une grande tranquillité. Or, dans cette condition, j'ai vu le pointillé aussi variable et mieux prononcé qu'avec un Soleil bas, contrairement à la scintillation des étoiles.

» Il faudra, dans les déductions qu'on voudra tirer des observations de l'éclipse, tenir compte de la multiplicité des apparences et de la courte durée de l'éclipse, qui ne permet pas à chaque observateur de noter tous les détails. Pour les uns, l'attention se concentre sur certains rayons, pour d'autres sur des rayons différents, et dans ces apparences, dont quelques-unes sont à la limite de visibilité, il faut une concentration de l'attention pour les distinguer. N'a-t-on pas été de longues années avant de reconnaître l'anneau diaphane de Saturne? Depuis qu'il a été signalé, tout le monde le voit. Que l'on compare deux dessins d'une même tache solaire faits au même instant par deux observateurs différents, on trouve dans les détails intérieurs du noyau et de la pénombre, dont le degré de visibilité est moins accentué, d'énormes différences. J'ai été à même de faire cette remarque pour plusieurs taches. Or là il ne s'agit pourtant pas d'un phénomène limité à quelques minutes.

» Outre les variations dans le Soleil même, outre les différences d'appré-

ciation résultant de la concentration de l'attention des observateurs sur des points différents, il y a encore les réfractions anormales signalées par M. Faye à l'occasion des éclipses antérieures et dues à ce que l'atmosphère terrestre n'est pas constituée pendant l'éclipse dans une condition régulière, les couches d'égale densité étant inclinées, ce qui peut donner lieu à de nombreux effets de mirage qui, en des points très-voisins, doivent souvent modifier profondément les apparences réelles. Il peut y avoir aussi la réfraction intérieure aux instruments, souvent exposés longtemps aux rayons solaires, réfraction également signalée par M. Faye. Sans ces diverses réfractions anormales, il serait difficile de concilier les observations qui donnent pour le recouvrement et le découvrement des protubérances par la Lune des nombres sensiblement en rapport avec le mouvement de l'astre, il serait, dis-je, difficile de concilier ces observations avec celles qui donnent, au contraire, des résultats complétement différents, avec celles qui ont même fait voir, en 1842, à M. Paris et à quelques observateurs italiens, les protubérances projetées en dedans de la Lune, etc.

» La Commission brésilienne en 1858 a fait des observations dans le but d'étudier ces réfractions anormales. Ces observations n'ont pas encore été réduites; en ce moment nous nous occupons de ce sujet et j'aurai prochainement l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats de ce travail, en même temps que les positions géographiques de toutes les stations où a été observée l'éclipse du 7 septembre, positions qui seront calculées en tenant compte de la correction des éphémérides de la Lune à l'aide des observations faites à Greenwich vers la même époque et que M. Airy a eu l'obligeance de me communiquer. Je suis déjà en mesure de dire que plusieurs faits observés dans l'éclipse du 7 septembre 1858 me paraissent mettre complétement hors de doute l'existence des réfractions anormales signalées par M. Faye dans l'atmosphère terrestre pendant les éclipses. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur la présence des matières phosphorées dans l'atmosphère; par* **M. J.-A. Barral**.

« En exécutant les recherches analytiques sur les eaux pluviales que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1852 et en 1853, j'avais eu l'occasion de constater, dans les résidus secs provenant de l'évaporation de ces eaux, la présence de quantités parfaitement appréciables de phosphate de chaux; mais je crus devoir garder le silence à ce sujet, parce que j'avais reconnu que de l'eau chimiquement pure ayant séjourné ou ayant bouilli dans des vases

en verre ou en porcelaine finissait toujours par contenir des traces de phosphate. Cependant l'existence de matières phosphorées dans l'atmosphère me paraissant très-probable, et cette existence, si elle était vraie, devant avoir pour conséquence la dissolution de matières phosphorées par les eaux météoriques, je m'attachai à éloigner toutes les causes d'erreur que je pus soupçonner, afin de pouvoir mettre en évidence un fait qui doit jouer un rôle important dans la physique terrestre et dans la statique chimique des êtres organisés répandus à la surface de la terre et au sein des couches aériennes qui l'entourent de toutes parts. Je dus, afin de résoudre le problème que je m'étais proposé, me servir uniquement d'udomètres et de vases en platine pour recueillir les eaux de pluie tombant à Paris ou bien dans la campagne; je m'astreignis à ne prendre pour mes expériences que de l'eau tombée en ma présence sur des surfaces préalablement bien nettoyées; les évaporations, qui devaient se faire sur de grandes masses d'eau, à cause de la petite proportion de phosphore existant dans chaque litre de liquide, et parce que je m'étais prescrit la règle de ne pas m'en rapporter à des réactions, mais d'isoler le phosphore sous une forme qui me permît d'éprouver toutes ses propriétés, eurent exclusivement lieu dans des vases clos et faits en platine. Afin de ne conserver aucun doute et de pouvoir mettre un fait nouveau à l'abri de toute objection, j'eus à évaporer 1295 litres d'eaux recueillies à Paris, et 390 litres d'eaux recueillies à la campagne pendant cinq années successives. Le poids total des résidus secs pour les premières eaux s'est élevé à $29^{gr},284$, et pour les dernières à $3^{gr},072$. Ces deux résultats correspondent à $22^{mgr},8$ et $7^{mgr},8$ par litre d'eau. Si l'on regarde comme étant des impuretés atmosphériques toutes les matières qui peuvent se retrouver dans les eaux tombées du ciel, les deux nombres précédents pourraient être pris pour des mesures approximatives des puretés comparées de l'air d'une campagne telle que Brunoy et de l'air d'une grande cité telle que Paris. Il y a environ trois fois plus de matières diverses, mais imperceptibles et invisibles, en suspension dans l'air de Paris (quartier de l'Observatoire impérial et du Luxembourg) que dans celui des campagnes voisines (parc de Soulins, à Brunoy).

» Après bien des essais, j'ai reconnu que le procédé à la fois le plus certain, le plus rapide et le plus commode pour reconnaître et doser de très-petites proportions d'acide phosphorique dans une matière que l'on ne possède elle-même qu'en très-petite quantité, et qui ne contient pas de fer en quantité appréciable, est celui que M. Chancel a présenté au commencement de cette année à l'Académie, et qui consiste à obtenir du phosphate de bismuth

dans des liqueurs rendues convenablement acides par de l'acide nitrique. Mais je ne crois pas qu'il soit prudent, dans des recherches de ce genre, où l'on doit apprécier des fractions de milligramme, de s'en rapporter à des apparences même tout à fait caractéristiques pour la substance que l'on veut doser. J'ai donc toujours eu soin de rassembler les divers précipités de phosphate de bismuth que j'avais obtenus dans une même série de recherches, de manière à pouvoir en extraire l'acide phosphorique sous la forme de phosphate ammoniaco-magnésien bien cristallisé, et de vérifier si le poids de ce dernier composé correspond à la somme des dosages partiels antérieurs. Une fois que l'on possède le phosphate ammoniaco-magnésien, il est possible de le soumettre à tous les essais de nature à constater que l'on a bien extrait de l'acide phosphorique de la substance analysée.

» La proportion d'acide phosphorique dosée dans les divers résidus secs laissés par l'évaporation de l'eau de pluie a varié de 2 à 11 pour 1000. Cela ne correspond qu'à une quantité d'acide phosphorique variant de $0^{mgr},05$ à $0^{mgr},09$ par litre d'eau de pluie. La quantité d'acide phosphorique contenue dans les résidus d'évaporation des eaux de la campagne est plus grande, pour un même poids, que dans les résidus laissés par les eaux de pluie tombées à Paris. Cela provient de ce que certaines matières salines prédominent dans les pluies de cette ville, et de ce que leur présence diminue la proportion relative des matières phosphorées. En somme, il n'y a pas de différence sensible dans la dose moyenne d'acide phosphorique contenue dans l'eau de Paris et celle de la campagne.

» D'après les résultats précédents, l'apport annuel en acide phosphorique qui peut être fait au sol arable par les eaux pluviales s'élève à 400 grammes environ par hectare. Les recherches de M. Boussingault ont appris qu'un hectolitre de blé enlève à la terre 1 kilogramme d'acide phosphorique environ. On voit donc que pour obtenir en blé 7 à 8 hectolitres par hectare, c'est-à-dire la récolte ordinaire des terres qui sont cultivées sans engrais, d'après le système seul de la jachère, il faudrait laisser les champs se reposer près de vingt ans, si le sol ne renfermait aucune trace de phosphates. Mais il arrive parfois que là où l'analyse chimique est encore impuissante à déceler le phosphore, le blé parvient cependant à se multiplier; c'est que la végétation est souvent le meilleur moyen d'analyser le sol arable, les racines des plantes pouvant aller puiser dans la terre les éléments nécessaires à la constitution du végétal, pour que ces éléments se concentrent dans certains organes, comme, par exemple, le phosphate de chaux dans les graines. Toutefois certaines terres sont peu propres à la culture des céréales,

et les peuples qui, comme les Arabes, ne savent pas fumer leurs terres, sont obligés, après y avoir pris quelques maigres récoltes, de les abandonner durant plusieurs années, jusqu'à ce que les champs frappés de stérilité aient retrouvé les éléments nécessaires à une nouvelle moisson. Je viens de montrer que l'atmosphère peut restituer au sol des phosphates, comme les recherches des chimistes modernes ont prouvé qu'elle peut restituer de l'azote. Mais si l'homme ne parvenait pas, par son génie ou par son travail, à enrichir directement le sol qu'il cultive, ce sol, abandonné aux agents naturels, ne fournirait aux plantes que les éléments strictement nécessaires à une lente multiplication; il y aurait seulement alors, selon une expression remarquable de M. Boussingault, une végétation limite.

» J'ai représenté dans mes recherches par de l'acide phosphorique le phosphore dont j'ai dévoilé l'existence dans les eaux pluviales. Loin de moi la pensée de dire que c'est sous cette forme que le phosphore existe nécessairement dans l'atmosphère. Sans doute les phosphates sont répandus, comme l'a montré M. Élie de Beaumont, dans un si grand nombre de roches, qu'il est évident que, parmi les poussières enlevées par les vents à l'écorce solide du globe, doit se retrouver du phosphate de chaux que l'atmosphère agitée dissémine sur toute la surface de la terre. Aussi, en traitant les résidus solides laissés par l'évaporation des eaux pluviales, par des lavages méthodiques, pour en faire l'analyse immédiate, selon les principes posés par M. Chevreul, je suis parvenu à isoler du phosphate de chaux. Mais, en outre, dans les matières organiques des eaux de pluie, matières que Zimmermann, Brandes, Hermbstadt et Kruger ont signalées à diverses reprises, que M. Boussingault a également reconnues, et sur lesquelles j'ai déjà fait une communication à l'Académie, on parvient à constater la présence du phosphore, lorsqu'on les isole de tous les sels qui les souillaient.

» Les vents, dit M. de Humboldt, dans ses *Tableaux de la nature,* enlèvent à la surface des eaux desséchées des Rotifères, des Bracions et une multitude d'animalcules invisibles. Immobiles et offrant toutes les apparences de la mort, ces êtres flottent suspendus dans les airs jusqu'à ce que la rosée les ramène à la terre.... L'atmosphère contient, en outre, des germes innombrables de vie future, des œufs d'insectes et des œufs de plantes. » Depuis longtemps les agriculteurs ont attribué à des germes apportés par l'atmosphère les végétations cryptogamiques qui s'emparent trop souvent du blé, des pommes de terre, de la vigne, etc.

» M. Pasteur a fait voir dans ces derniers temps que les poussières organisées en suspension dans l'air sont inégalement disséminées, et que d'un

autre côté elles sont la condition première et nécessaire de la vie dans les infusions, dans les corps putrescibles et dans toutes les liqueurs capables de fermenter, lorsque ces liquides et ces matières ne contiennent pas eux-mêmes des germes. Or partout où le physiologiste a vu la vie se transmettre, le chimiste a constaté jusqu'à ce jour des matières azotées et des matières phosphorées. N'était-il pas naturel, dès lors, que les êtres organisés contenus dans les poussières de l'air ou, si l'on veut, dans les immondices de l'atmosphère, selon l'expression de Bergman, continssent les mêmes matières? Déjà j'y avais signalé l'azote; en y montrant aujourd'hui le phosphore, je ne fais que mettre en évidence la grande généralité des lois qui président à la reproduction des êtres. Qu'on me permette de dire seulement qu'il est digne d'attention de voir retrouver les mêmes substances dans les germes de tous les êtres, qu'ils nous paraissent infiniment petits ou gigantesques.

» La présence des matières phosphorées dans l'atmosphère, et par suite dans les eaux pluviales, pourrait être attribuée encore à une autre cause dont je ne dirai que quelques mots. Il n'est pas impossible que la putréfaction des matières animales dans le sein de la terre, et particulièrement dans les terrains marécageux, donne naissance à de l'hydrogène phosphoré qui se dégagerait en même temps que l'hydrogène carboné déjà constaté dans l'atmosphère par M. Boussingault. Plusieurs chimistes n'ont même pas hésité à attribuer les feux follets, qui de tout temps ont excité l'attention des hommes, mais sur lesquels il n'a jamais été publié d'étude vraiment scientifique, au dégagement d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable qui sortirait des cimetières et de tous les terrains recouvrant des débris d'animaux. Évidemment l'hydrogène phosphoré atmosphérique devrait se retrouver dans les eaux pluviales à l'état de phosphate.

» Quoi qu'il en soit de la cause de la présence des matières phosphorées dans l'atmosphère, si l'on considère que, d'après les recherches de MM. Bineau et Pasteur, les végétations cryptogamiques consomment de l'ammoniaque, des nitrates et des phosphates, on trouve très-remarquable que les êtres infiniment petits, mais innombrables, qui existent dans l'air entraînent avec eux, quand ils tombent à terre, tous les éléments nécessaires à leur développement et à leur reproduction. L'esprit est également frappé de voir que l'atmosphère renferme tout ce que la science a reconnu nécessaire pour rendre à la longue fertile le sol le plus stérile. »

ZOOLOGIE. — *Hybride du Bombyx grand Paon et du Bombyx moyen Paon; Lettre de* **M. Guérin Méneville.**

« J'ai eu, en 1858, l'honneur de présenter à l'Académie une Note *sur l'hybridation des vers à soie du Ricin et du Vernis du Japon* (*Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 541). Aujourd'hui je viens l'entretenir d'un fait analogue, quoique moins complet : je viens lui présenter un métis produit par l'union du Bombyx grand Paon (*B. Pavonia major.* Lin. — *B. Pyri*, Borckh., etc.) et du Bombyx moyen Paon (*B. Pavonia media.* Fabr. — *B. Spini*, Borckh., etc.).

» Ce qui rend ce fait moins complet, c'est que l'observation n'en a pas été suivie de manière à faire savoir si ces métis sont féconds, comme ceux que j'ai obtenus des *Bombyx Cynthia* et *Arrindia,* en sorte que mon observation demeure toujours la seule réellement complète dans son genre, relativement à la grande classe des Insectes que j'étudie depuis trente-sept ans.

» Depuis longtemps je m'occupe de la question des hybrides dans les animaux articulés; mais j'attendais toujours de nouveaux faits, mieux observés que ceux que j'ai trouvés mentionnés dans les auteurs, pour réunir mes matériaux et les publier. Les ayant communiqués à M. Is. Geoffroy-Saint-Hilaire, il m'a fait l'honneur de les citer dans son *Histoire naturelle générale des règnes organiques* (t. III, p. 185), ce qui me dispense de reproduire ici la trop courte liste de ces faits.

» Celui que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie est venu à ma connaissance d'une manière assez vague, et je n'en aurais pas fait l'objet d'une communication, si je n'en avais eu que le simple avis. Mais comme j'ai reçu la preuve matérielle de ce que j'avance, et que l'on peut voir les sujets provenant de cette nouvelle hybridation, j'ai pensé qu'il était utile d'en entretenir un instant l'Académie.

» Ces métis ont été obtenus en Allemagne par une personne qui fait le commerce des Lépidoptères, mais dont je n'ai pu savoir le nom ni la résidence. Ils proviennent de l'union d'un mâle de Bombyx grand Paon avec une femelle de Bombyx moyen Paon, dont la ponte a été l'objet d'une éducation faite par ce marchand en vue d'obtenir ces métis qu'il vend sur le pied de 40 francs pièce.

» Il est fâcheux que ce fait se soit trouvé entre les mains d'une personne qui n'a en vue que le commerce, car il est probable que tous les métis obtenus ont été tués et préparés pour être vendus, et qu'on n'a pas songé

à s'assurer si ces métis sont féconds. Tout ce que j'ai pu apprendre de la personne (M. deLorza) qui a bien voulu me confier les sujets que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, c'est que son correspondant a obtenu infiniment plus de mâles que de femelles, et que les quatre ou cinq individus envoyés à Paris étaient des mâles.

» En examinant ce nouveau métis comparativement avec les deux espèces dont il provient (1), on voit qu'il tient plus de la mère que du père par sa coloration générale, et qu'il tient des deux espèces par sa taille intermédiaire. Il a pris à son père ses antennes, plus blondes et plus effilées que celles du mâle de Bombyx moyen Paon, la coloration plus foncée de la base de ses ailes; mais il tient de sa mère une coloration plus grisâtre, un espace blanc dans lequel est placée la tache ocellée des ailes supérieures, les bandes blanches de son abdomen, et beaucoup d'autres caractères que je m'abstiens de mentionner ici, pour ne pas trop allonger cette Note, mais que l'examen des sujets montre suffisamment.

» Déjà j'avais trouvé dans les auteurs une vague mention de l'hybridation des deux Bombyx moyen Paon et petit Paon (*B. Spini* et *Carpini*); mais cette observation, faite en Allemagne par Treitshke, est demeurée très-incomplète, puisque son auteur dit n'avoir obtenu que trois chenilles métis, qui ont filé des cocons dont il n'a obtenu aucun résultat. Je vais faire des démarches pour essayer d'obtenir quelques détails sur le fait intéressant que je signale aujourd'hui et qui a été aussi l'objet d'une récente communication, faite par M. Bellier de la Chavignerie, à la Société Entomologique de France. »

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes de la nuit du 12 au 13 novembre; extrait d'une Note de* M. **Coulvier-Gravier**.

« Depuis longtemps je me suis fait un devoir de présenter chaque année à l'Académie les résultats observés dans cette nuit si remarquable ; et pour mieux faire ressortir la marche régulière du phénomène, j'ai eu soin de réunir dans ces communications les nombres horaires moyens ramenés à minuit, par un ciel serein, des jours qui ont précédé cette nuit et des jours qui l'ont suivie. Ce sont ces résultats pour l'année 1860 que j'ai l'honneur

(1) Une boîte contenant les individus sur lesquels portent ces comparaisons est mise sous les yeux de l'Académie.

d'adresser aujourd'hui à l'Académie :

Année.	Mois.	Dates.	Ciel visible.	Durée de l'observation.	Nombre des étoiles.	Durée moyenne des observations	Nombre horaire à minuit.	Moyenne de 3 en 3.
				h m		h m	Étoiles.	
1860	Octobre	16	4,0	1.50	6	11.45	5,1	
»	»	17	10,0	2.00	24	3.15	7,9	8,6
»	»	20	8,0	2.00	42	2.45	12,7	
»	»	21	8,0	2.00	50	2.45	15,2	
»	»	22	4,0	0.50	8	1.45	14,8	12,7
»	»	23	9,0	2 00	27	2.15	8,3	
»	»	24	5,0	0.25	5	3.22	14,5	
»	»	25	5,0	1.25	7	3.52	4,0	11,6
»	»	26	4,0	0.75	14	4.37	16,3	
»	Novembre	3	7,0	1.75	11	7.22	9,4	
»	»	4	4,0	1.25	1	7.15	1,8	6,9
»	»	5	7,0	2.25	13	8.07	9,4	
»	»	6	8,0	3.25	12	8.22	5,6	
»	»	7	8,0	2.00	9	9.15	6,0	11,3
»	»	9	8,0	2.00	35	10.30	22,3	
»	»	10	9,0	2.00	28	12.45	13,1	
»	»	11	5,6	1.00	13	2.15	8,5	10,2
»	»	12	4,8	3.00	16	7.30	8,9	
»	»	13	3,0	1.00	8	1.30	9,1	
»	»	14	4,0	2.00	8	12.00	5,1	7,7
»	»	15	8,0	2.00	17	12.15	9,0	

» Il résulte de ce tableau que, depuis le 16 octobre, la moyenne générale étant prise de trois en trois observations, on a successivement 8,6 étoiles filantes, puis 12,7; 11,6; 6,9; 11,3; 10,2; 7,7. De l'inspection de ce tableau, on voit tout de suite que le maximum d'octobre est arrivé le 21 de ce mois, et que la nuit du 12 au 13 novembre n'a plus pour nombre horaire moyen à minuit que 10,2 étoiles filantes.

» Maintenant, pour montrer la marche générale du phénomène depuis 1833, époque de la dernière apparition si abondante en météores filants, je dirai qu'elle a diminué sensiblement et progressivement jusqu'en 1850. Là elle est restée à peu près stationnaire jusqu'à cette année. En effet, on voit qu'en 1833 le nombre horaire moyen à *minuit* a été de 130 étoiles filantes. En 1836, il n'est plus déjà que de 35 étoiles filantes. En suivant les observations plus récentes, on trouve pour la moyenne générale du nombre horaire à minuit des années 1841, 1842 et 1843, 26 étoiles filantes; pour

1844, 1845 et 1846, on en a 23. Les années 1847, 1848 et 1849 n'en offrent plus que 18; 1850, 1851 et 1852 ne donnent plus que 10 étoiles filantes. Les années 1853, 1854 et 1855 en donnent 11. Puis pour 1856, 1857 et 1858, on a 11,8 étoiles filantes. Enfin, pour 1859 et 1860, la moyenne générale est de 10,1 étoiles filantes.

» De ces faits il résulte que l'apparition des étoiles filantes dans la nuit du 12 au 13 novembre est bien loin d'être ce qu'elle était en 1833; qu'elle a diminué rapidement et progressivement jusqu'en 1850, puisqu'on ne trouvait plus pour la moyenne générale du nombre horaire, à minuit des années 1847, 1848 et 1849, que 18 étoiles filantes. De 1850 à 1860, le nombre est resté stationnaire, à très-peu de chose près, ainsi que je l'ai dit, puisque la différence dans ces onze dernières années n'a pas été de plus de 2 étoiles filantes.

» De son *maximum*, arrivé en 1833, cette brillante apparition d'étoiles filantes a mis seize années pour atteindre son *minimum*; et depuis onze années, où elle est stationnaire dans son minimum, l'apparition n'a pas encore repris le mouvement qui doit la ramener à son maximum.

» Olbers, comme on le sait, a annoncé le retour de cette mémorable apparition d'étoiles filantes pour l'année 1867. Nous ne pouvons qu'espérer qu'Olbers ne se sera pas trompé, car, on le voit, cette année même n'a donné aucun indice de nature à faire croire que la marche du phénomène doive bientôt redevenir ascendante, et sept années nous séparent seulement de 1867. Cependant il est bon de remarquer que les années qui ont précédé le maximum de 1833 annonçaient une marche ascendante dans le nombre horaire depuis quelques années; car on trouve qu'en 1830 on avait pour nombre horaire moyen à minuit 42 étoiles filantes; en 1831, 66, et en 1832, 75.

» Ils sont déjà loin ces jours où, comme en 1849, on nous affirmait que depuis 1799, et surtout depuis 1833, l'apparition du phénomène n'avait point varié et qu'elle était restée la même. Malgré ces dénégations, on a fini par reconnaître avec nous qu'effectivement depuis 1833 cette apparition d'étoiles filantes pour la nuit du 12 au 13 novembre avait toujours été en diminuant. Il en a été de même lorsque nous avons annoncé que le nombre horaire des 9, 10 et 11 août diminuait chaque année depuis 1848. Il a bien fallu convenir, comme pour la nuit du 12 au 13 novembre, que nous étions dans le vrai.

» Ces divergences d'opinion n'auraient pas lieu, si l'on ne se contentait

pas trop souvent de se réunir seulement à certains jours de l'année, pour faire des observations, non pour les observations elles-mêmes, mais bien en vue de certaines théories, et si l'on apportait plus de soin et d'exactitude dans les observations, que l'on confie souvent à de simples amateurs. L'expérience m'a appris que pour ce genre de recherches il faut avoir la précaution de ne pas être plus de trois en observation; le quatrième est déjà de trop; à bien plus forte raison quand il y a six observateurs et même plus. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur les phénomènes consécutifs à l'amalgamation du zinc, du cadmium et du fer; par* **M. J. Regnauld.**

« Le zinc amalgamé est plus élevé que le zinc normal dans l'échelle des affinités positives. Ce fait, découvert en 1826 par H. Davy, et vérifié depuis par tous les physiciens, ne me paraît pas avoir reçu encore une explication suffisante.

» La nouvelle théorie que je propose se résume en ces termes : Les phénomènes observés lorsqu'on oppose dans un couple voltaïque le zinc amalgamé au zinc pur, dépendent de la différence entre deux actions de signes contraires accomplies simultanément au moment de l'amalgamation; d'un gain de chaleur ou d'affinité positive par la liquéfaction du zinc, d'une perte de chaleur ou d'affinité positive par sa combinaison avec le mercure.

» Si le zinc amalgamé comparé au zinc pur est électropositif, cela tient à ce que ce métal exige pour se constituer à l'état liquide un nombre de calories plus grand que celui dégagé en vertu de son union chimique avec le mercure.

» L'influence exercée sur le cadmium par l'amalgamation diffère de la précédente. Le métal, soit en lames amalgamées superficiellement, soit à l'état d'amalgame pâteux ou liquide, est constamment électronégatif par rapport au métal libre et solide; ce fait a été annoncé pour la première fois par M. Gaugain (1), j'ai pu en vérifier l'entière exactitude. S'il est d'abord étrange de voir un métal tellement voisin du zinc par ses affinités se comporter d'une façon absolument inverse lorsqu'il est soumis à une action complétement identique, la théorie en rend compte d'une façon très-satisfaisante. En effet, le module thermo-chimique du zinc et du cadmium relativement au mercure doit être à très-peu près identique, mais entre les chaleurs latentes de fusion de ces métaux la différence est grande;

(1) *Comptes rendus*, t. XLII, p. 430.

on a :

	Chal. lat. de fusion.
Zinc..................	28,13 (Person)
Cadmium..............	13,66 »
Différence...	14,47

La chaleur latente de fusion du zinc est donc plus de deux fois supérieure à celle du cadmium.

» De cette comparaison je déduis la cause des résultats opposés produits par l'amalgamation du zinc et du cadmium. Le zinc devient électropositif parce qu'il fixe plus de chaleur en se liquéfiant dans le mercure qu'il n'en perd en se combinant avec lui. Le cadmium devient électronégatif parce que, vu sa faible chaleur latente, il dégage plus de chaleur en contractant une combinaison définie avec le mercure qu'il n'en gagne en se liquéfiant par son intermédiaire.

» L'interprétation précédemment énoncée m'a conduit à réaliser les expériences suivantes.

» Dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités on introduit 20 grammes de mercure pur et un thermomètre à petit réservoir, permettant la lecture directe du cinquième de degré centigrade. D'un autre côté, on prépare 2 grammes de limaille fine de zinc que l'on place dans un tube semblable au précédent. On attend que la température des deux métaux se mette en équilibre avec celle de la pièce où se fait l'expérience.

» Dans un premier essai la température du zinc et du mercure resta stationnaire à + 10°. Le mercure fut versé dans le tube contenant la limaille de zinc, et en agitant avec précaution pour déterminer le contact, l'amalgamation commença à s'opérer. Aussitôt le thermomètre a baissé et la colonne est descendue à + 7°,5. La température du mélange pendant l'amalgamation du zinc a donc diminué de 2°,5.

» La même expérience préparée simultanément pour le cadmium a donné le résultat suivant. Immédiatement après la projection du mercure dans la limaille, la colonne thermométrique s'est élevée progressivement et a atteint + 13°. La température du mélange durant l'amalgamation a donc augmenté de 3°. Ces expériences répétées plusieurs fois et dans des conditions de températures et de masses respectives différentes du simple au double ont donné, quant au signe, des résultats toujours concordants. Ainsi, suivant mes prévisions, on constate un abaissement notable de la température pendant l'amalgamation du zinc et une élévation pendant

celle du cadmium. Ces faits me semblent décisifs en faveur de l'hypothèse qui sert de base à la présente théorie.

» Passant à un autre ordre de preuves, on a examiné l'influence de l'amalgamation sur le fer, ce métal pouvant être facilement amalgamé, comme l'avait supposé M. A. Cailletet, au moyen du procédé électrolytique qu'il a indiqué pour l'aluminium et le platine. En comparant des lames identiques de fer pur sans carbone, ni silicium, obtenu par la méthode de M. Peligot, on reconnaît que, de même que dans le cas du zinc, la lame amalgamée est électropositive par rapport à celle qui n'a pas subi l'action dissolvante du mercure. Ce résultat est une conséquence de la théorie. Car, si on admet avec M. Person, comme approximation suffisante dans l'espèce, que les chaleurs latentes de fusion des métaux sont proportionnelles à leurs coefficients d'élasticité, on trouve :

	Chal. lat. de fusion.	Coefficient d'élasticité.
Zinc...........	28,13 (Person)	9021 (Wertheim.)
Fer............	64,84 (Calculée.)	20794 »

» Ainsi le fer qui n'est pas très-distant du zinc par ses affinités, mais dont la chaleur de fusion est beaucoup plus considérable, condense de la chaleur en se liquéfiant dans le mercure et, ainsi que le zinc, il s'élève dans l'ordre des affinités positives. L'amalgamation exerce une influence identique sur les fers doux et même sur les aciers. Comme corollaire des faits précédents, je me suis proposé de rechercher si la constitution physique de l'acier avant ou après la trempe ne modifie pas ses affinités chimiques d'une façon permanente. On constate, en expérimentant sur des aciers d'origines très-diverses, que tout acier trempé est électronégatif par rapport au même acier non trempé.

» Appliquant à deux états d'un même corps les idées qui ont servi de guide dans la première partie du travail, et remontant des propriétés chimiques aux propriétés thermiques et mécaniques, n'est-on pas en droit de penser que la chaleur de constitution de l'acier trempé est moindre que celle de l'acier non trempé? Cette conséquence une fois admise, on serait conduit à supposer que cette diminution dans la quantité de chaleur de l'acier soumis à des conditions spéciales de refroidissement, peut bien être la cause, sinon l'explication des remarquables propriétés mécaniques consécutives au groupement anormal de ses molécules. »

M. A. Gaudry adresse une Lettre relative aux résultats de la mission qui lui avait été confiée par l'Académie pour l'exploitation du gisement fossili-

fère de Pikermi, près d'Athènes. Les ossements fossiles qu'il a rapportés, et qui n'occupaient pas moins de quarante-trois caisses, sont aujourd'hui exposés dans le laboratoire de paléontologie du Museum, où MM. les Académiciens pourront dès à présent en prendre connaissance.

Cette Lettre est renvoyée à l'examen des deux Sections de Géologie et de Zoologie.

M. le docteur **G. Meynier** et **M. Louis d'Eichthal**, près de partir pour un voyage dans la Sibérie méridionale, sur les rives du fleuve Amour et dans les provinces du nord de la Chine, demandent à l'Académie des instructions qui puissent les guider dans leurs recherches.

Une Commission, composée de MM. Milne Edwards, Rayer, Moquin-Tandon et Ch. Sainte-Claire Deville, est invitée à préparer les instructions sollicitées par les deux voyageurs.

M. Thuillier présente une Note concernant l'extraction des racines carrées.

(Renvoi à l'examen de M. Serret.)

La Société royale de Médecine et Chirurgie de Londres remercie l'Académie pour l'envoi du tome XXX de ses Mémoires.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 19 novembre 1860 les ouvrages dont voici les titres :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne; 41e liv.; in-4°.

L'organisation du règne animal; par Émile Blanchard. *Arachnides. — Mollusques. — Animaux vertébrés.* 2 vol. in-4°. (Présenté au nom de l'auteur par M. Milne Edwards.)

La pathologie cellulaire basée sur l'étude physiologique et pathologique; par Rudolf Virchow; *traduit de l'allemand sur la seconde édition, par* Paul Picard. Paris, 1860; 1 vol. in-8°. (Adressé au concours pour les prix de la fondation Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée; par C. Forthomme; t. II. Paris, 1861; in-12. (Présenté au nom de l'auteur par M. Despretz.)

Rapport à S. M. l'Empereur sur les travaux entrepris par ses ordres pour introduire le ver à soie de l'Aylanthe en France et en Algérie; par F.-E. GUÉRIN-MÉNEVILLE. Paris, 1860; in-8°.

De l'ostéomyélite et des amputations secondaires à la suite des coups de feu, d'après des observations recueillies à l'hôpital de la marine de Saint-Mandrier (Toulon, 1859) sur les blessés de l'armée d'Italie; par le Dr Jules ROUX. Paris, 1860; br. in-8°.

Note sur les tremblements de terre en 1857 avec suppléments pour les années antérieures; par M. Alexis PERREY; br. in-8°.

Mémoire sur l'état primitif et sur l'organisation de l'univers; par M. LENGLET; in-8°.

Description du barillet producteur du mouvement circulaire direct par la vapeur et restituteur de calorique; par L.-A. DESNOS. Nancy, 1860; br. in-8°.

Réforme du service de la poste dans l'intérieur de Paris et des grandes villes; par Amédée SÉBILLOT. Paris, 1860; br. in-8°.

Étude sur les causes, la pathologie et le traitement du choléra épidémique; par E.-A. KUNKLER. De Placerville (Californie), 1860; br. in-8°. (Adressé pour le concours du legs Bréant.)

Relazione... *Relation des observations faites en Espagne durant l'éclipse totale du 18 juillet 1860; par* le P. A. SECCHI. Paris, 1860; br. in-8°.

On the... *Mémoire sur la structure géologique du nord de l'Écosse (avec description des restes fossiles); par* sir R.-I. MURCHISON. Londres 1859; br. in-8°.

Notices... *Notices sur les travaux des Membres de l'Institution royale de la Grande-Bretagne, communiqués dans les réunions de cette Institution*; part. X, novembre 1859-juillet 1860. Londres, 1860; br. in-8°.

Transactions... *Transactions de l'Institut philosophique de Victoria (Australie), de septembre à décembre* 1859; vol. IV, part. 2. Melbourne, 1860; in-8°.

Materialen... *Matériaux pour servir à la minéralogie de la Russie; par* M. N.-V. KOKSCHAROW; IIIe vol., livr. 1 à 39; in-8°, avec atlas in-4°.

Peter... *Voyages et explorations de M. P. de Tchichatcheff en Asie Mineure dans les années* 1848-1858*; par* M. PETERMANN; br. in-8°, avec cartes.

Untersuchungen... *Recherches sur l'histoire naturelle de l'homme et des animaux; par* M. J. MOLESCHOTT; année 1860; VIIe vol., 2e et 3e livr.; in-8°.

Nederlandsch... *Archives hollandaises de botanique; par* MM. DE VRIESE, SURINGER et S. KNUTTEL; Ve vol., 1er cahier. Amsterdam, 1860; in-8°.

Mittheilungen... *Communications sur les taches du Soleil; par* M. R. WOLF. Zurich, 1856-1859, 10e partie; in-8°.